

工程师经验手记

例说STM32

刘军
编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



工程师经验手记

例说 STM32

刘 军 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书由浅入深,带领大家进入 STM32 的世界。全书分 3 篇,第一篇为硬件篇,介绍本书的实验平台;第二篇为软件篇,介绍 STM32 开发软件的使用以及一些下载调试的技巧,并详细介绍了几个常用的系统文件(程序);第三篇为实践篇,通过 28 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。

本书附带的光盘中包含本书实验平台的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,读者只需要复制到自己的硬盘,编译一次即可下载到实验平台运行。

本书的读者对象主要是 STM32 的初学者和提高者,对想了解和使用 STM32 的读者具有一定的参考意义,另外对于单片机学习者,本书的大量实例也极具参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

例说 STM32/刘军编著. — 北京:北京航空航天大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-5124-0401-4

I. ①例… II. ①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(2011)第 058308 号

版权所有,侵权必究。

例说 STM32

刘 军 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@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:23.75 字数:532 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0401-4 定价:45.00 元(含光盘 1 张)

前 言

Cortex - M3 作为目前最好的 ARM V7 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《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《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,如果您想通过库函数学习 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则直接可以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,尤其要感谢我爱人。

编者
2011 年 2 月



第一篇 硬件篇

第 1 章 实验平台简介	2
1.1 ALIENTEK MiniSTM32 开发板简介	2
1.2 主流入门级 STM32 开发平台对比	9
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	18

第二篇 软件篇

第 3 章 RVMDK 软件入门	21
3.1 RVMDK3.80A 简介	21
3.2 新建 RVMDK 工程	22
3.3 RVMDK 使用技巧	30
3.3.1 文本美化	30
3.3.2 代码编辑技巧	33
3.3.3 其他小技巧	37
3.3.4 调试技巧	38
第 4 章 下载与调试	41
4.1 STM32 软件仿真	41
4.2 STM32 程序下载	47
4.3 STM32 硬件调试	52
第 5 章 SYSTEM 文件夹介绍	56
5.1 delay 文件夹代码介绍	56
5.1.1 delay_init 函数	57

5.1.2	delay_μs 函数	58
5.1.3	delay_ms 函数	58
5.2	sys 文件夹代码介绍	59
5.2.1	I/O 口的位操作实现	59
5.2.2	Stm32_Clock_Init 函数	61
5.2.3	Sys_Soft_Reset 函数	63
5.2.4	Sys_SleepDeep 函数	64
5.2.5	JTAG_Set 函数	65
5.2.6	中断管理函数	66
5.3	usart 文件夹介绍	73
5.3.1	USART1_IRQHandler 函数	73
5.3.2	uart_init 函数	75

第三篇 实践篇

第 6 章	跑马灯实验	79
第 7 章	按键输入实验	88
第 8 章	串口实验	97
第 9 章	外部中断实验	106
第 10 章	独立看门狗实验	111
第 11 章	窗口看门狗实验	116
第 12 章	定时器中断实验	122
第 13 章	PWM 输出实验	129
第 14 章	OLED 显示实验	134
第 15 章	TFT-LCD 显示实验	150
第 16 章	RTC 实时时钟实验	168
第 17 章	待机唤醒实验	183
第 18 章	ADC 实验	191
第 19 章	内部温度传感器实验	202
第 20 章	DMA 实验	207
第 21 章	I ² C 实验	216
第 22 章	SPI 实验	228
第 23 章	触摸屏实验	239

第 24 章	无线通信实验	250
第 25 章	SD 卡实验	262
第 26 章	红外遥控实验	274
第 27 章	DS18B20 实验	283
第 28 章	PS/2 鼠标实验	292
第 29 章	汉字显示实验	308
第 30 章	图片显示实验	327
第 31 章	触控 USB 鼠标实验	337
第 32 章	制作 MP3 播放器实验	346
第 33 章	综合测试实验	361
参考文献		372

第一篇 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 STM32 的硬件平台和 ALIENTEK MiniSTM32 开发板。通过该篇的介绍,您将了解到该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

本章主要向大家简要介绍实验平台:ALIENTEK MiniSTM32 开发板,并简要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,您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 开发板简介

ALIENTEK MiniSTM32 开发板的外观如图 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。开发板的外观尺寸只有 8 cm×10 cm,其设计充分考虑了成本与功能这两个矛盾,再结合实际使用经验及 STM32 的特点,最终确定了这样的设计。

ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载资源如下:

- ▶ CPU:STM32F103RBT6,LQFP64;FLASH:128 KB,SRAM:20 KB;
- ▶ 1 个标准的 JTAG/SWD 调试下载口;
- ▶ 1 个电源指示灯(蓝色);
- ▶ 2 个状态指示灯(DS0:红色,DS1:绿色);
- ▶ 1 个红外接收头,配备一款小巧的红外遥控器;
- ▶ 1 个 I²C 接口的 EEPROM 芯片,24C02,容量 256 字节;
- ▶ 1 个 SPI FLASH 芯片,W25X16,容量为 2 MB;
- ▶ 1 个 DS18B20/DS1820 温度传感器预留接口;
- ▶ 1 个标准的 2.4/2.8 寸 LCD 接口,支持触摸屏;
- ▶ 1 个 OLED 模块接口;

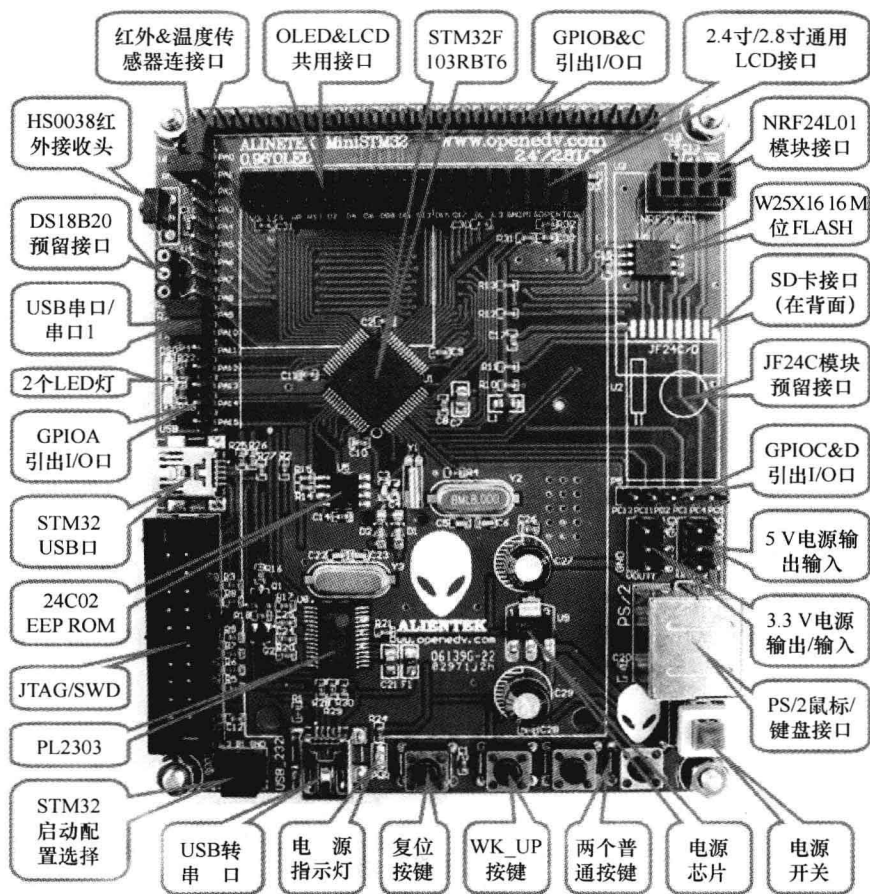


图 1.1 MiniSTM32 开发板外观图

- ▶ 1 个 USB 串口, 可用于程序下载和代码调试;
- ▶ 1 个 USB SLAVE 接口, 用于 USB 通信;
- ▶ 1 个 SD 卡接口;
- ▶ 1 个 PS/2 接口, 可外接鼠标、键盘;
- ▶ 1 组 5 V 电源供应/接口;
- ▶ 1 组 3.3 V 电源供应/接口;
- ▶ 1 个启动模式选择配置接口;
- ▶ 2 个 2.4G 无线通信接口 (24L01 和 JF24C);
- ▶ 1 个 RTC 后备电池座, 并带电池;
- ▶ 1 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;
- ▶ 1 个电源开关,控制整个板的电源;
- ▶ 独创的一键下载功能;
- ▶ 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。整个板子尺寸为 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的 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,可以极大地方便大家扩展及使用;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。

接下来我们详细介绍 MiniSTM32 开发板的各个部分(图 1.1 中的标注部分),这里按逆时针的顺序依次介绍。

(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 开发板是标配红外遥控器的,标配的红外遥控器外观如图 1.2 所示。关于该遥控器的使用,在第 26 章会有详细介绍。



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。当要做 DS18B20 实验的时候,直接插到这个母座上即可,很方便。不过

开发板不配 DS18B20,大家可以自行购买,插上就可以用的。同样,ALIENTEK 提供了 DS18B20 的相关例程。

(3) USB 串口/串口 1

这是 USB 串口同 STM32F103RBT6 的串口 1 进行连接的地方,标号 RXD 和 TXD 是 USB 串口的 2 个数据口,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,就可以和连接在一起了,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,几乎清一色没有串口。所以板载了 USB 串口可以方便大家下载代码和调试。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,您可以把 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 开发板板载的两个 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,主要是方便大家识别。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,是非常不错的一个辅助调试方法。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。

这两个 LED 是直接连接在 I/O 口上的,但是也可以被其他 I/O 口使用,具体的使用实例请参考第 6 章。

(5) GPIOA 引出 I/O 口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板 GPIOA 的引出排针,在开发板上的标号为 P3。ALIENTEK 开发板将所有的 I/O 口(除了 2 个晶振占用的 4 个 I/O 口)都用排针引出来了,而且 GPIOA 和 GPIOB 是按顺序引出的。按顺序引出在很多时候能方便实验和测试,比如对于外接带并行控制的器件,有了并行引出的排针,那么就可以很方便地通过这些排针连接到外部设备了。

将开发板的 I/O 口全部引出,大家就可以用来外接其他模块,不论调试还是功能扩展都是很方便的。

(6) STM32 USB 口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的一个 MiniUSB 头,用于 STM32 与计算机的 USB 通信。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,板载两个 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(两个 USB 都接上)这两个因素。

(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 ALIEN-TEK MiniSTM32 开发板上调试下载,强烈建议使用 SWD 模式!

(8) 24C02 EEPROM

这是 ALIEN-TEK MiniSTM32 开发板板载的 2K 位(256 个字节)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。

(9) PL2303

这是 ALIEN-TEK MiniSTM32 开发板板载的 USB 串口芯片,型号为 PL2303。PL2303 是一颗 USB 转串口的芯片,用于 USB 串口。有了它就可以实现 USB 转串口,从而能使 USB 下载代码、串口调试代码等。

(10) STM32 启动配置选择

这是 ALIEN-TEK 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) USB 转串口

这是 ALIEN-TEK MiniSTM32 开发板板载的另外一个 MiniUSB 头,用于 USB 连接 PL2303 芯片,从而实现 USB 转串口。此接头在开发板上的丝印标号为 USB_232。此 MiniUSB 接头是开发板电源的主要提供口。

(12) 电源指示灯

这是 ALIEN-TEK MiniSTM32 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。

(13) 复位按键

这是 ALIEN-TEK MiniSTM32 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。

(14) WK_UP 按键

这是 ALIEN-TEK MiniSTM32 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。

(15) 两个普通按键

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的两个普通按键,可以用于人机交互的输入,这两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。

(16) 电源芯片

这是 ALIENTEK MiniSTM32 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。

(17) 电源开关

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的电源开关,此开关在开发板上的标号为 ON/OFF。该开关用于控制整个开发板的供电,如果切断,则整个开发板都将断电,电源指示灯(PWR)会随着此开关的状态而亮灭。

(18) PS/2 鼠标/键盘接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的一个标准 PS/2 母头,用于连接鼠标和键盘等 PS/2 设备,在开发板上的标号为 PS/2。

通过 PS/2 口,仅仅需要 2 个 I/O 口就可以扩展一个键盘,所以不必对板上只有 3 个按键而担忧。ALIENTEK 提供了标准的鼠标驱动例程,方便学习 PS/2 协议。

(19) 3.3 V 电源输出/输入

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的一组 3.3 V 电源输入输出排针(2×3),在开发板上的标号为 VOUT1。该排针用于给外部提供 3.3 V 的电源,也可以用于从外部取 3.3 V 的电源给板子供电。大家在实验的时候可能经常会因没有 3.3 V 电源而苦恼不已,ALIENTEK 充分考虑到了大家需求,有了这组 3.3 V 排针,您就可以很方便地拥有一个简单的 3.3 V 电源(最大电流不能超过 500 mA)。

(20) 5 V 电源输出/输入

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的一组 5 V 电源输入输出排针(2×3),用于给外部提供 5 V 的电源,也可以用于从外部取 5 V 的电源给板子供电。同样在实验的时候可能经常会为没有 5 V 电源而苦恼不已,有了 ALIENTEK MiniSTM32 开发板,就可以很方便地拥有一个简单的 5 V 电源(最大电流不能超过 500 mA)。

(21) GPIOC&D 引出 I/O 口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 GPIOC 与 GPIOD 等 I/O 口的引出排针,在开发板上的标号为 P5。可以用引出的 I/O 口来连接外部模块,方便外接其他模块。

(22) JF24C/D 模块预留接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 JF24C/D 预留接口。JF24C/D 是安阳新世纪开发的一款性价比很高的 2.4G 无线通信模块,该模块的价格在 10 元以内、1 Mb/s 的速率以及 10 dB 的发射功率,可以应用在很多方面。通过预留的接口,大家买到模块直接焊上去即

可使用。

(23) SD 卡接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 SD 卡接口。SD 卡作为最常见的存储设备，是很多数码设备的存储媒介，比如数码相框、数码相机、MP5 等。ALIENTEK MiniSTM32 开发板自带了 SD 卡接口，可以用于 SD 卡实验，方便大家学习 SD 卡，TF 卡通过转接座也可以很方便地接到我们的开发板上。

有了它，开发板就相当于拥有了一个大容量的外部存储器，不但可以用来提供数据，也可以用来存储数据，使得这款开发板可以完成更多的功能。

这里要特别说明一下：该 SD 卡卡座在开发板的背面！

(24) W25X16 16M 位 FLASH

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的一颗 FLASH 芯片，型号为 W25X16。这颗芯片的容量为 16M 位，也就是 2 MB，其容量和 AT45DB161 一样，但是价格实惠很多。这颗芯片非常适合我们存储一些不常修改的数据，比如字库等。关于该芯片的使用见第 22 章。

(25) NRF24L01 模块接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 NRF24L01 模块接口，只要插入模块，我们便可以实现无线通信，从而使得我们板子具备了无线功能，这点 JF24C/D 也可以。但是它们由于价格、速率、功率等的不同，而有不同的应用方向，所以这两种接口都有预留，大家可以根据自己的喜好，选择不同的无线模块来使用，但是在开发板上，一次只能接有 1 个模块。

(26) 2.4 寸/2.8 寸通用 LCD 接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 LCD 接口，该接口是一个目前比较通用的 LCD 接口，支持 8 位或者 16 位总线或者 SPI 的液晶屏。

有了它，ALIENTEK MiniSTM32 开发板就可以显示图片及文字了。这在后续的实例部分会有很多使用。

(27) GPIOB&C 引出 I/O 口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 GPIOB 与 GPIOC 的引出口。该接口用于将 STM32 的 GPIOB 和部分的 GPIOC 引出，方便大家的使用，在开发板上的标号为 P1。这里 GPIOB 全部使用顺序引出的方式，尤其适合外部总线型器件的接入。

(28) STM32F103RBT6

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板的核心芯片，型号为 STM32F103RBT6。该芯片具有 20 KB SRAM、128 KB FLASH、3 个普通的 16 位定时器、一个 16 位的高级定时器、2 个 SPI、2 个 I²C、3 个串口、1 个 USB、1 个 CAN、2 个 12 位的 ADC、51 个通用 I/O 口。

(29) OLED&LCD 共用接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板的特色设计，一个接口兼容两种模块。在此部分，LCD 的部分 I/O 和 OLED 的 I/O 共用，具体请参看后面的开发板原理图。这样一个接口既

可以接 LCD 模块,又可以接 OLED 模块。OLED 模块使用的是 ALIENTEK 的 OLED 模块,分辨率为 128×64 ,模块大小为 $2.6 \text{ cm} \times 2.7 \text{ cm}$ 。

OLED 模块的使用我们在第 14 章会有详细介绍。

(30) 红外 & 温度传感器接口

ALIENTEK MiniSTM32 开发板虽然自带了红外接收头和 DS18B20 的接口,但是并没有将这两个器件直接挂在 I/O 口上,而是通过跳线帽来连接,以防止在不使用这两个器件的时候对 I/O 口的干扰,当然也可以用跳线,把 DS18B20 和红外遥控接收模块接到其他电路上使用。

1.2 主流入门级 STM32 开发平台对比

目前市面上常见的几款入门级开发板有 ALIENTEK MiniSTM32 开发板、奋斗板、芯达板和 ST 三合一开发板等。下面简单对比一下这几款开发板,如表 1.1 所列。

表 1.1 入门级开发板对比表

外 设		品 牌			
		ALIENTEK	奋斗板	芯达板	ST 三合一板
主要 外设	CPU	STM32F103RBT6	STM32F103VET6	STM32F103VCT6	STM32F103C8T6
	FLASH	2 MB	2 MB	无	无
	EEPROM	2K 位	无	无	无
	USB	支持	支持	支持	支持
	RTC	支持	支持	支持	支持
	JTAG	支持	支持	支持	支持
	SD 卡	大卡座	小卡座	小卡座	无
	液晶屏	2.8 寸 TFTLCD	2.4 寸 TFTLCD	2.4 寸 TFTLCD	无
	触摸屏	支持	支持	支持	无
	按键	3 个	1 个	2 个	5 维导向键
	LED	红绿蓝各 1 个	1 个蓝色 1 个橙色	4 个红色 1 个蓝色	4 个红色
	无线	NRF24L01 标准接口 +JF24C/D 无线接口	无	无	无
	红外	38K 接收头+ 配送遥控器	无	无	无
	串口	1 路 USB 串口	1 路 RS232 串口	2 路 RS232 串口	无
	引出 I/O	全部 I/O	剩余 I/O	11 个	全部 I/O