

用户手册  
User Manual  
MM32 MiniBoard

---

版本：1.3

## 目录

|      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 1.   | 前言 .....                 | 3  |
| 2.   | 板载资源 .....               | 3  |
| 3.   | 硬件资源说明 .....             | 4  |
| 3.1  | Micro-USB .....          | 5  |
| 3.2  | 能耗测试开关 .....             | 6  |
| 3.3  | SPI Flash W25P80 .....   | 6  |
| 3.4  | I2C EEPROM AT24C02 ..... | 7  |
| 3.5  | MAX3232 .....            | 7  |
| 3.6  | ADC测试 .....              | 8  |
| 3.7  | 复位按键 .....               | 8  |
| 3.8  | 唤醒按键 .....               | 8  |
| 3.9  | 普通按键 .....               | 8  |
| 3.10 | 4个LED .....              | 9  |
| 3.11 | IDC-20 Pin下载口 .....      | 9  |
| 3.12 | Arduino接口 .....          | 10 |
| 4.   | 上电检测检测 .....             | 11 |
| 5.   | MiniBoard 使用注意事项 .....   | 12 |
| 6.   | MDK5.18 安装 .....         | 13 |
| 7.   | MDK5.18 注册 .....         | 16 |
| 8.   | 程序下载 .....               | 18 |
| 8.1  | 文档 .....                 | 18 |
| 8.2  | 原理图 .....                | 18 |
| 8.3  | 核心代码 .....               | 18 |
| 8.4  | 工具 .....                 | 18 |
| 8.5  | 参考文档 .....               | 18 |
| 8.6  | 程序下载调试 .....             | 19 |
| 9.   | 调试程序 .....               | 22 |
| 10.  | 版本更新记录 .....             | 26 |

## 1. 前言

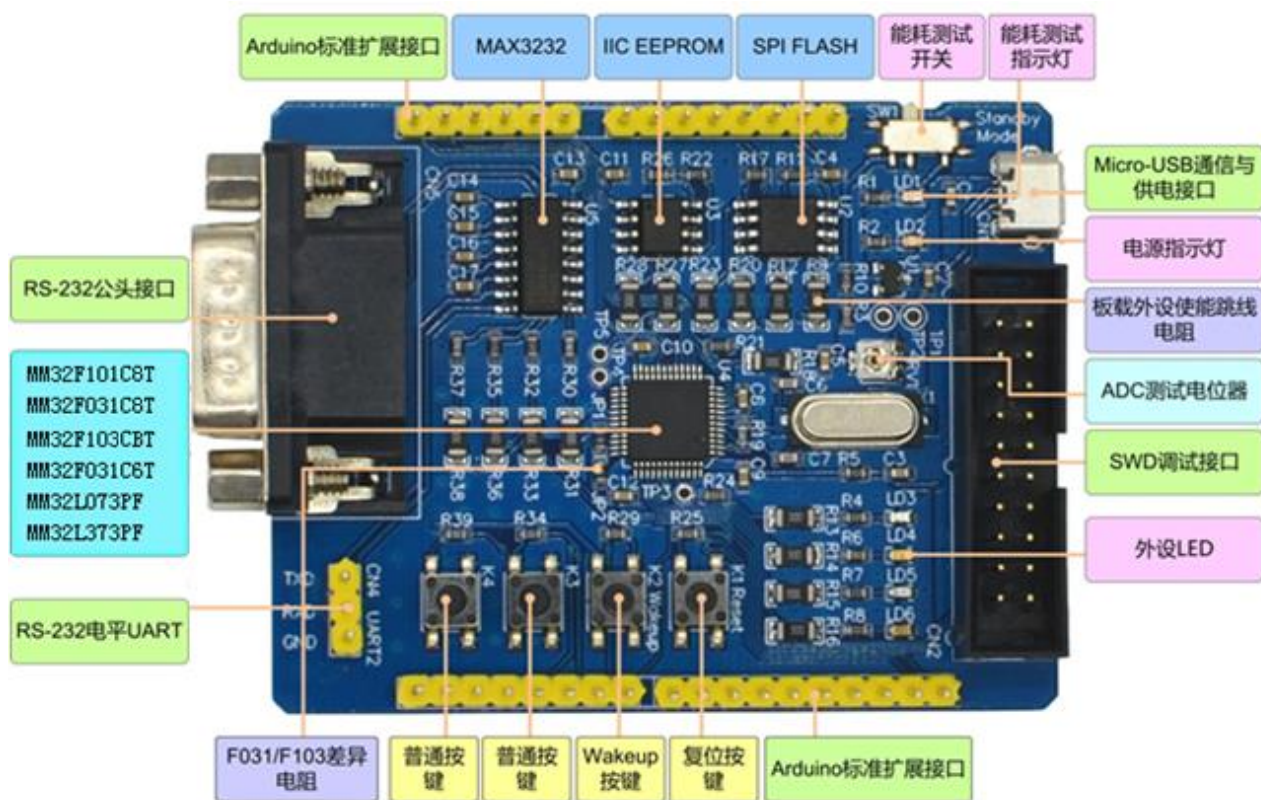
MM32 MiniBoard 是为了用户快速上手、了解学习 MM32 系列 MCU 的一块入门级开发板；它提供了丰富且灵活的外接排针以及常用的外设，用户在使用过程中可以通过 *Arduino* 接口①搭建简易的硬件开发测试平台，灵活多变的平台搭载方式可以为用户提供新的想法和尝试。用户可直接访问灵动微电子®官网②下载最新的开发资料，了解灵动最新新闻动态。搭配灵动 MM32 调试器，丰富的样例程序可以帮助用户快速实现产品设计的先期验证设计或者芯片外设资源学习。

本手册主要配套 MiniBoard 的学习教程，初次学习的用户可以根据此教程熟悉板载资源和 MM32 系列 MCU 的外设功能，另外灵动微电子提供了丰富的外设例程，并且都经过检测，不会出现报错或者警告，用户可以根据实际需求直接将提供的例程移植到自己的应用程序中。

## 2. 板载资源

- MM32 MCU
- 8M 晶振（通过芯片内部 PLL 最高达 96M）
- 一路 Micro-USB 接口，通过 USB 接口可以给系统版供电(MM32F103 版本支持 USB 通讯功能，MM32F031 版本则无 USB 通讯功能)
- XC6206-3.3V 超低功耗 LDO，最大输出电流 250mA
- 电源指示灯 1 个
- 能耗测试开关：待机模式和运行模式
- MAX3232 双电荷泵在 3.0V 至 5.5V 供电时能够实现 RS-232 信号
- SPI Flash W25P80，容量 8M，速度 50MHz
- I2C 接口 EEPROM 芯片，AT24C02，容量 256 字节
- 1 个旋转式电位计（变阻器），用于 ADC 测试
- 1 个复位按键、1 个 WakeUp 按键、两个普通按键
- 4 个不同颜色 LED，可用于测试 GPIO 功能
- RS-232 公头接口插座
- RS-232 信号 3Pin 外接接口
- 标准 IDC-20 Pin SWD 下载口一个，支持 J-Link，U-LINK2，M-Link，MMCMSIS-DAP
- IO 扩展排针，支持 *Arduino* 接口；
- 预留串口下载接口，方便开发板通讯，用串口可下载程序
- 尺寸：63mm×52mm

### 3. 硬件资源说明

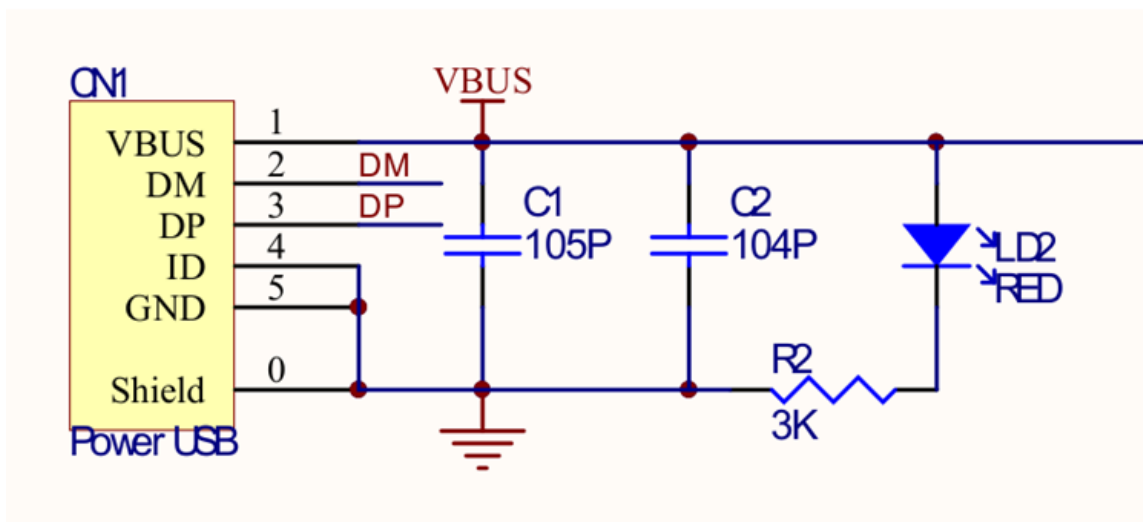


### MiniBoard 支持的型号

| Part No.    | Memory (K Bytes) |     | I/O | Timer               |              |              | Connectivity              |           |          | Analog Interface | Package |
|-------------|------------------|-----|-----|---------------------|--------------|--------------|---------------------------|-----------|----------|------------------|---------|
|             | Flash            | RAM |     | Advanced TM (16bit) | GPTM (16bit) | GPTM (32bit) | UART/I <sup>2</sup> C/SPI | USB 2.0FS | CAN 2.0B | ADC              |         |
| MM32F031C6T | 32               | 4   | 39  | 1                   | 5            |              | 1/1/1                     |           |          | 8x12bit          | LQFP48  |
| MM32F031C8T | 64               | 8   | 39  | 1                   | 4            | 1            | 2/1/2                     |           |          | 8x12bit          | LQFP48  |
| MM32F101C8T | 64               | 10  | 37  | 1                   | 3            |              | 3/2/2                     |           |          | 8x12bit          | LQFP48  |
| MM32F103CBT | 128              | 20  | 37  | 1                   | 3            |              | 3/2/2                     | 1         | 1        | 10x12bit         | LQFP48  |
| MM32L073PF  | 128              | 8   | 39  | 1                   | 4            | 1            | 2/1/2                     | 1         | 1        | 10x12bit         | LQFP48  |
| MM32L373PF  | 128              | 20  | 37  | 1                   | 3            |              | 3/2/2                     | 1         | 1        | 10x12bit         | LQFP48  |

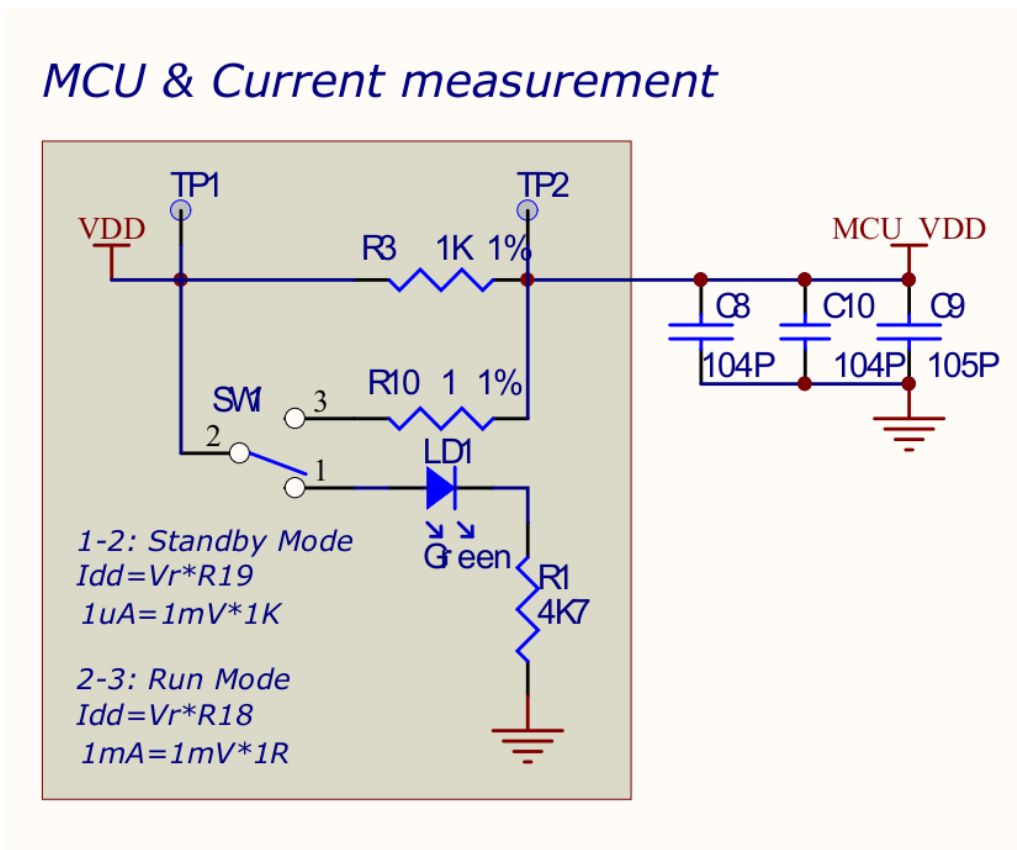
### 3.1 Micro-USB

Micro-USB 用于为 MiniBoard 整板供电和 MM32 与电脑之间的通信，通过插上 Micro-USB 数据线，可以看到 MiniBoard 上的红色电源指示灯点亮，表示整板供电正常。USB 的两根数据线连接到了 PA11、PA12，MM32F103 有 USB 外设功能，所以可以通过 USB 实现 USB 与电脑之间的通信，MM32F031 不具有 USB 功能，所以在 MM32F031 MiniBoard 的 USB 只是为了供电。



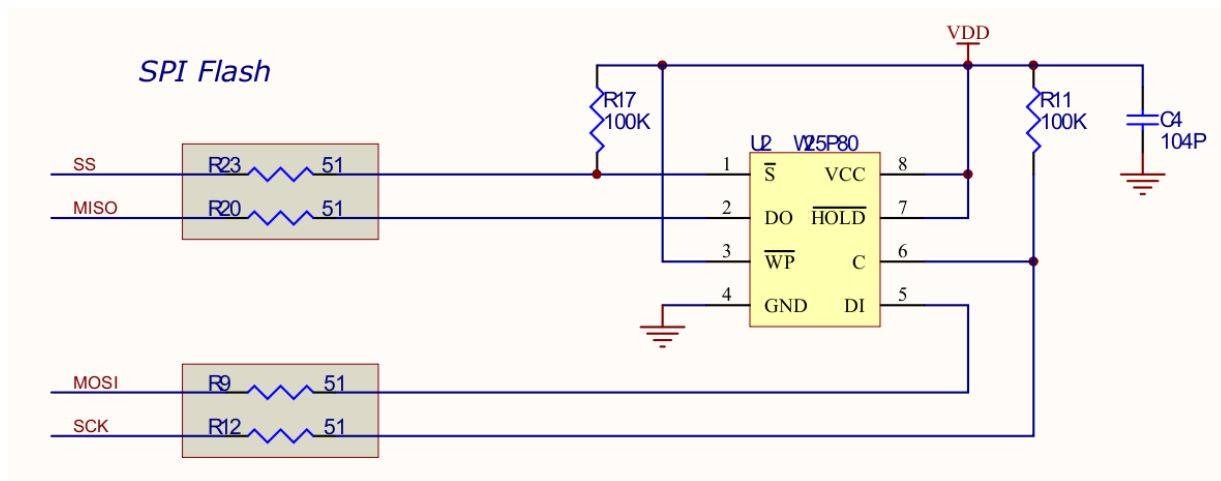
### 3.2 能耗测试开关

该能耗开关主要是为了测试芯片低功耗模式下的电流。



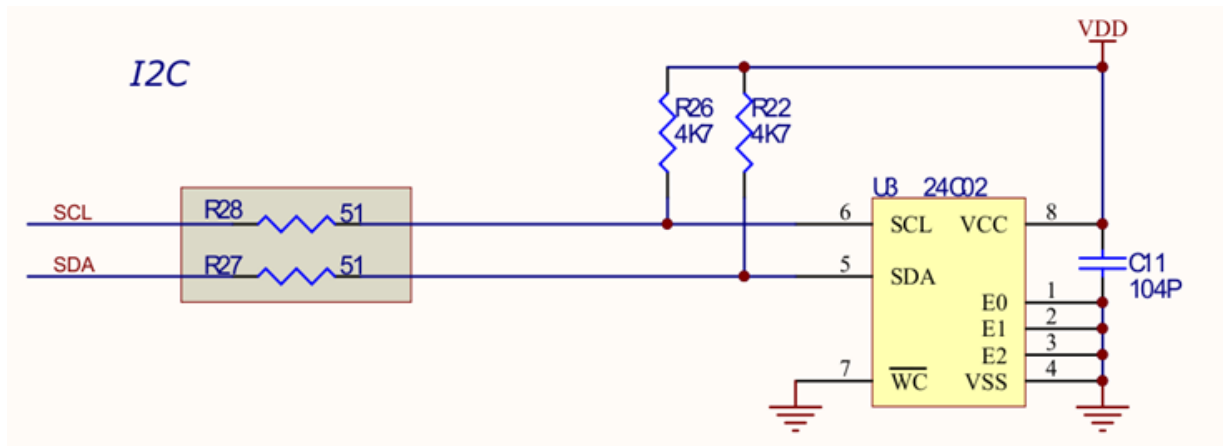
### 3.3 SPI Flash W25P80

这是 MiniBoard 板载的一颗 FLASH 芯片，型号为 W25P80,容量为 8M,速度高达 50M。有了这颗芯片，我们就可以存储一些不常修改的数据到里面，比如字库等，从而大大节省对 MM32 内部 FLASH 的占用。



### 3.4 I2C EEPROM AT24C02

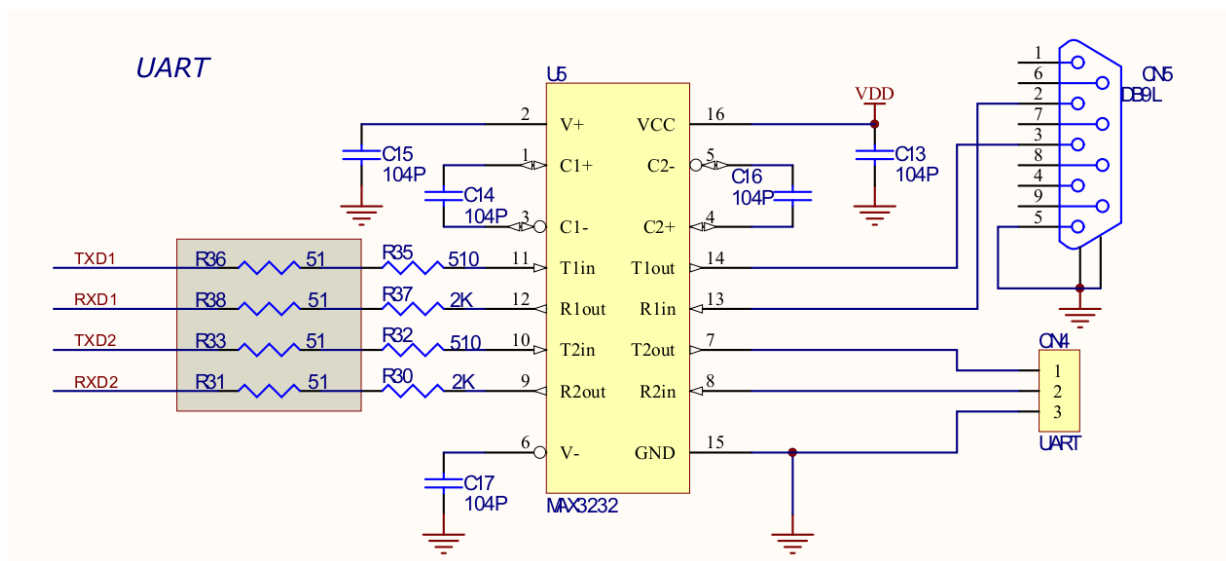
这是开发板板载的 2Kbit (256 个字节) EEPROM，型号为：AT24C02，用于掉电数据保存。因为 MM32 内部没有 EEPROM，所开发板外扩了 24C02，用于存储重要数据，也可以用来做 IIC 实验，及其他应用，该芯片直接挂在 MM32 的 IO 口上。



我们把 E0~E2 均接地，对 24C02 来说也就是把地址位设置成了 0 了，写程序的时候要注意这点。IIC\_SCL 接在 MCU 的 PB8 上，IIC\_SDA 接在 MCU 的 PB9 上。

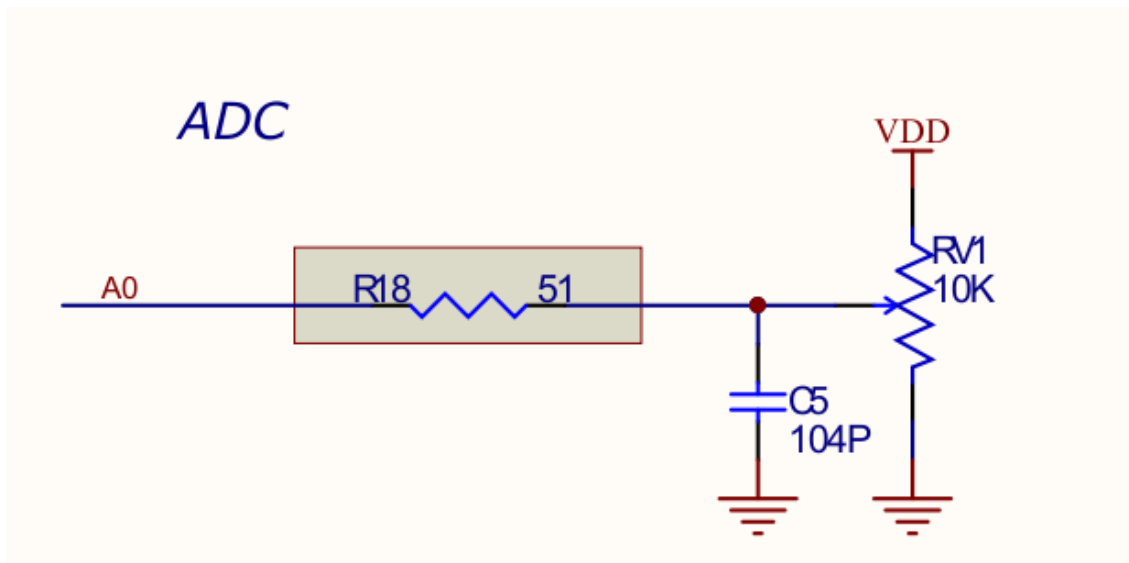
### 3.5 MAX3232

双电荷泵在 3.0V 至 5.5V 供电时能够实现 RS-232 信号，MM32F103 的两组串口都接在该串口 IC 上，输出的接口是公头接口插座，所以用户可以根据自己的实际需求选择其中的某一组串口进行串口通信等。



### 3.6 ADC测试

MM32 的 PA0 通过一个旋转式电位器连接到 3.3V，通过旋转该电位器可以改变接入到芯片引脚的电压，用户可以通过读取该引脚的电压测试芯片的 ADC 外设。



### 3.7 复位按键

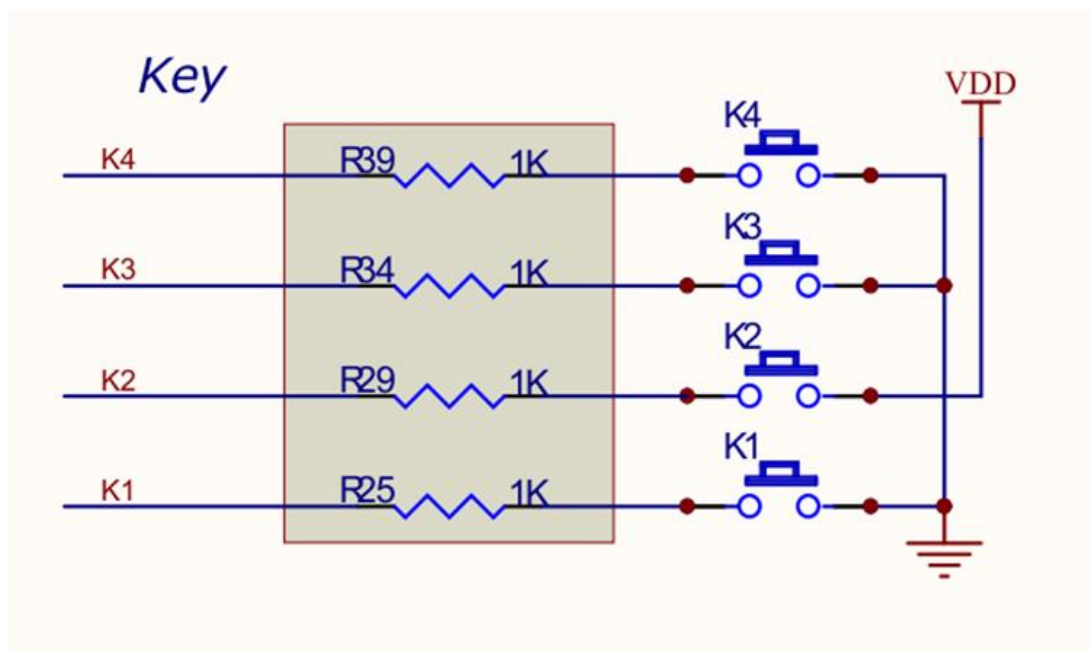
这是开发板板载的复位按键，用于复位 MM32，按下该按键即可复位 MM32，此按键在开发板上的标号为：RESET。

### 3.8 唤醒按键

这是开发板板载的一个唤醒按键，该按键连接到 MM32 的 WAKE\_UP (PA0) 引脚，可用于待机模式下的唤醒，在不使用唤醒功能的时候，也可以做为普通按键输入使用。开发板上的标号为：WK\_UP。

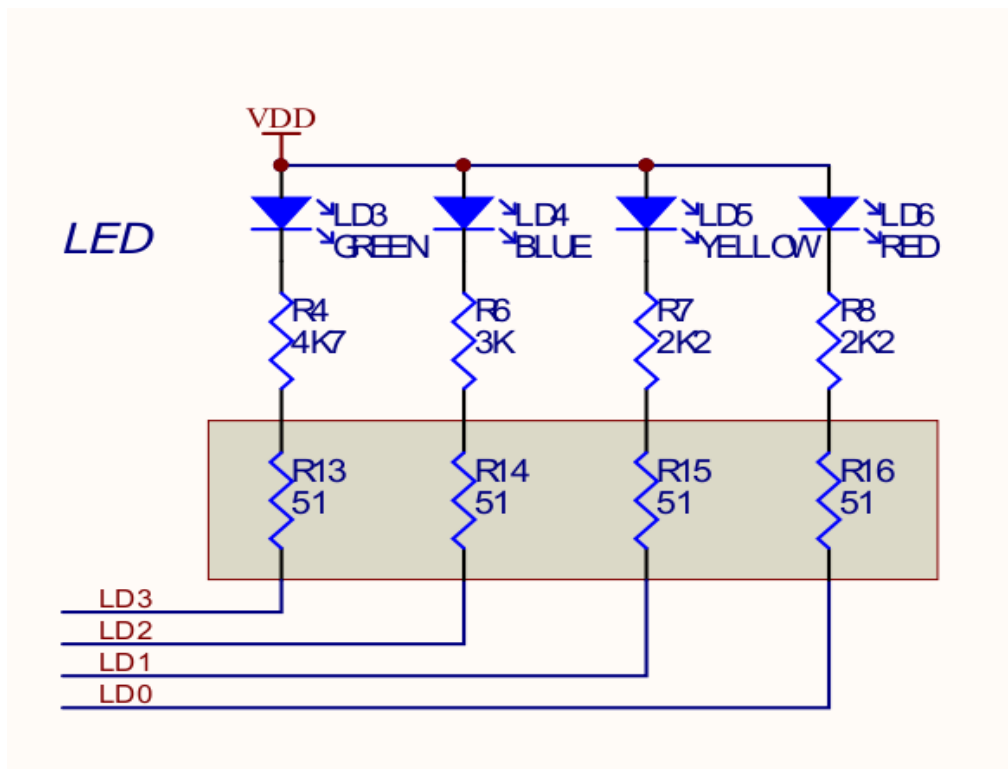
### 3.9 普通按键

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 MM32 的 IO 口上的，两个按键在开发板上的标号分别为：KEY3、KEY4。



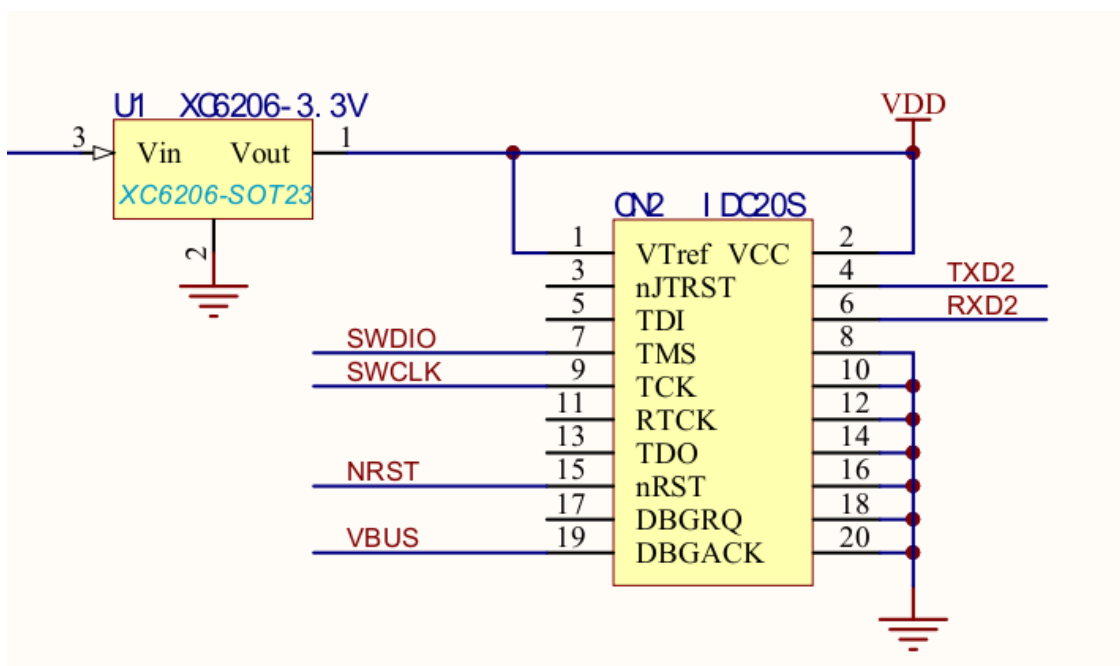
### 3.10 4个LED

4 个 LED 灯分别显示 4 种颜色，可用于功能测试指示灯。



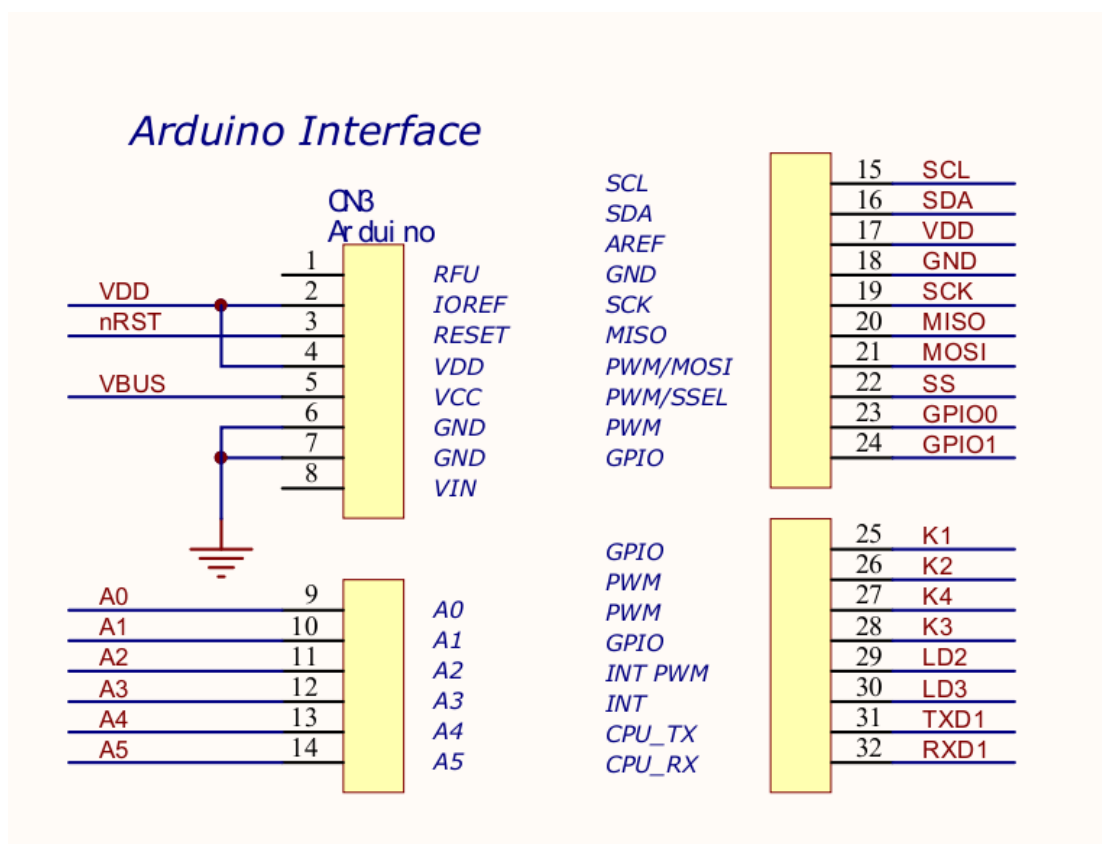
### 3.11 IDC-20 Pin下载口

MiniBoard 支持 SWD 调试，可以通过该 20 针的接口连接 J-Link, U-LINK2, M-Link, MMCMSIS-DAP 等调试器调试程序。



### 3.12 Arduino接口

MiniBoard 支持 Arduino 接口, 在 MiniBoard 有 IO 扩展排针连接上 MM32 的 GPIO, 可以通过 MiniBoard 跟其他的模块进行通信。

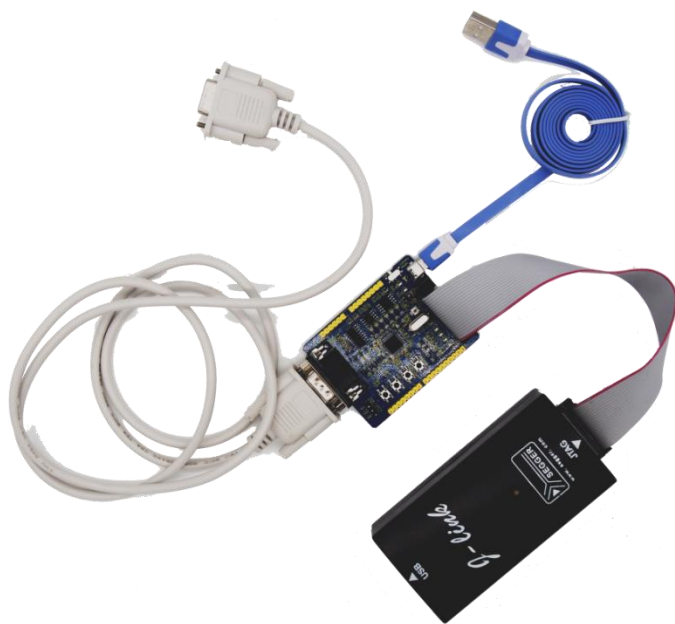


## 4. 上电检测检测

- (1) 在您收到由灵动微电子提供的开发板后，您首先需要确保外包装完好无损，外观无明显破损或者被拆等痕迹。
- (2) 确保包装完好后，请清点包装盒内部的物品，包装盒内的物品主要有：

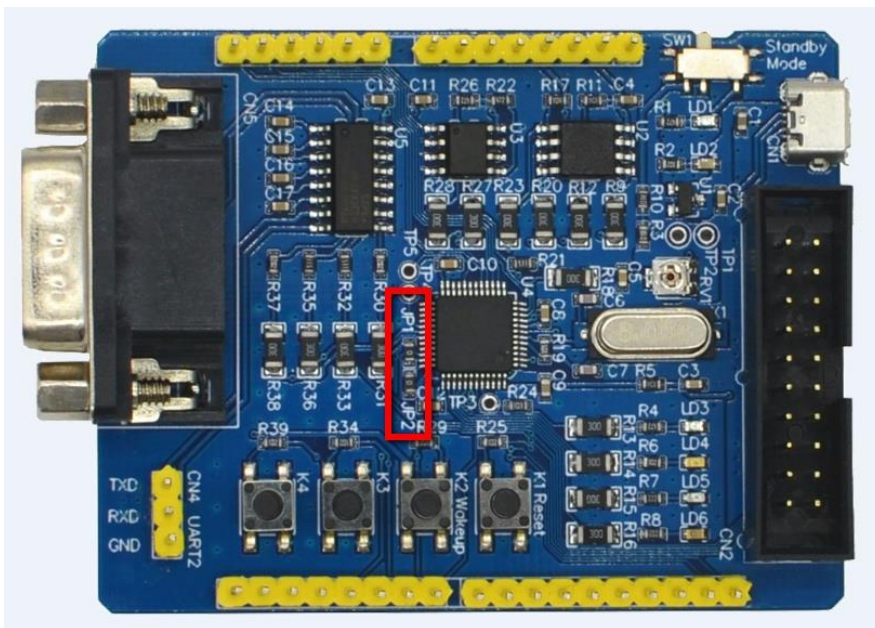
| 物品名       | 数目 |
|-----------|----|
| MiniBoard | 1块 |
| 串口线       | 1根 |
| USB数据线    | 1根 |
| 排针        | 4端 |

- (3) 上电测试：MiniBoard 在出厂前就已经被下载闪灯程序，用户只需要插上 USB 连接到电脑就可以测试芯片是否能够运行正常，切记 MiniBoard 的电源芯片默认输入电压 5V，用户在使用过程中不要将 MiniBoard 接到高电压电源适配器，建议直接将 USB 插在电脑上供电。
- (4) 确保芯片运行正常后，插上 JTAG 下载排线连接到下载器，用户可以根据自己的实际需求，下载灵动提供的外设例程测试芯片其他外设，也可以根据实际需求，通过杜邦线连接芯片的 GPIO 口与其他的模块进行通信测试。
- (5) 接线方式如图：

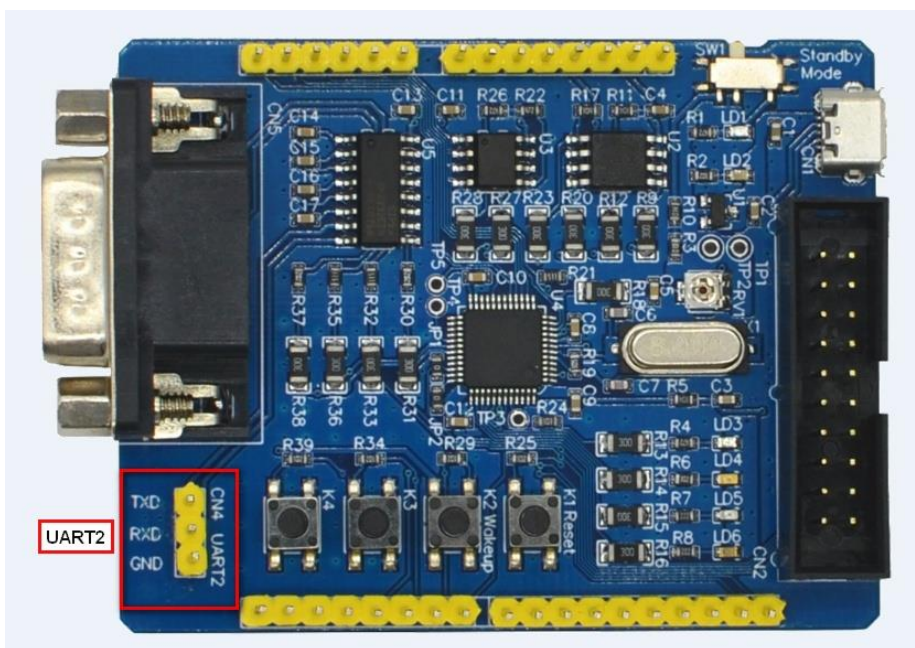


## 5. MiniBoard使用注意事项

- (1) 注意在使用 MiniBoard 时要将功耗开关打到 SW1 位置。
- (2) 对 MiniBoard 供电，建议直接将 USB 插在电脑上供电不要使用其他的供电电源。
- (3) 控制 LED 的 GPIO 是 PA15、PA3、PA4 和 PA5 这四个口，因此使用 LED 时主要要将 JTAG 的 IO 口 Remap 掉。
- (4) 由于 JTAG 的引脚用来控制 LED,所以 MiniBoard 下载只能采用 SWD 下载方式。
- (5) 由于 MM32 系列的 MCU 的引脚定义不同，所以在 MiniBoard 的 JP1&JP2 接上两个电阻与否，是有不同的作用的。



- (6) 此处的 UART2 是 232 信号，不是芯片的 UART2 接口，使用该 IO 口时注意需要断开 J-Link，因为在 JTAG 口的 4 脚和 6 脚接了 MCU 的 UART2，所以在使用时需要断开 JTAG 插口。



## 6. MDK5.18安装

打开从 Keil 官方网站下载的 MDK5, 双击 mdk518.exe, 进行安装。这里我们将其安装到 D 盘, MDK5.18 文件夹下, 需要设置安装路径, 如图 1.1 所示:

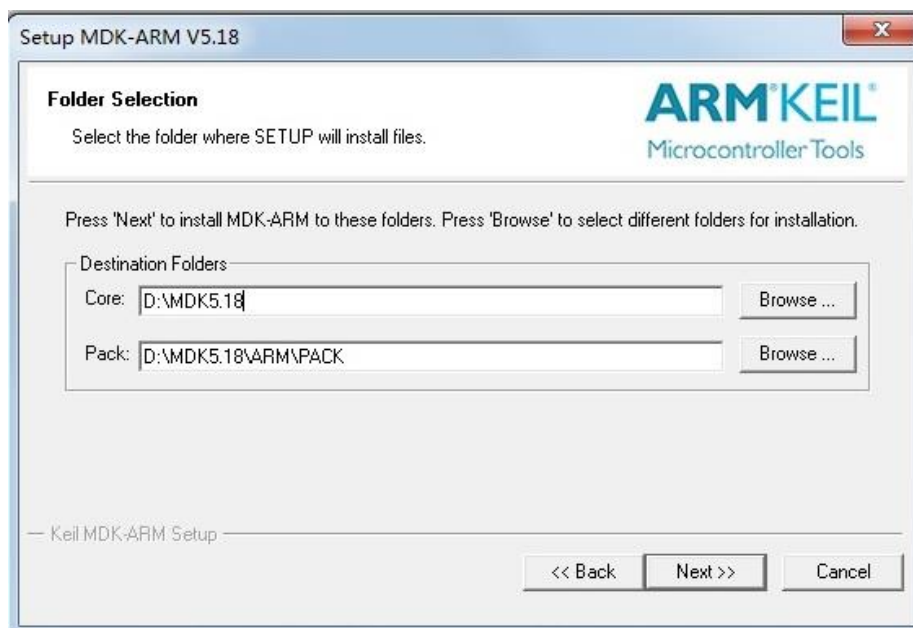


图 1.1 设置安装路径到 D:\MDK5.18 文件夹下

当然这里你也可以安装在其他地方, 自行修改路径即可, 不过要注意: 安装路径一定不要包含中文字! 然后在设置一些简单的信息(名字、公司、邮箱等, 这些信息可以不填, 直接输入空格也可)就开始安装了, 如图 1.2 所示等待安装完成:

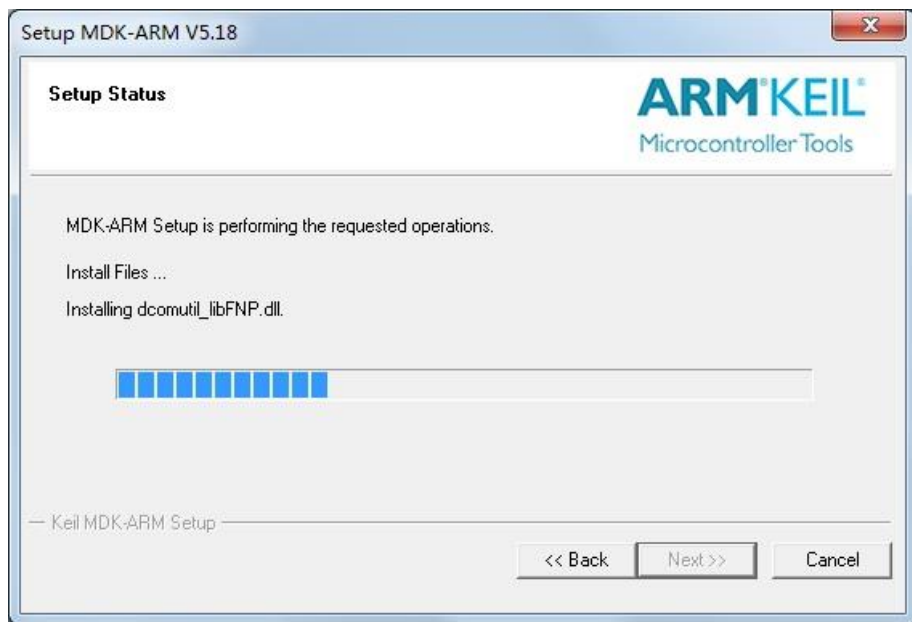


图 1.2 MDK5.18 安装中

等待安装完成后, MDK 会显示如图 1.3 所示的界面:

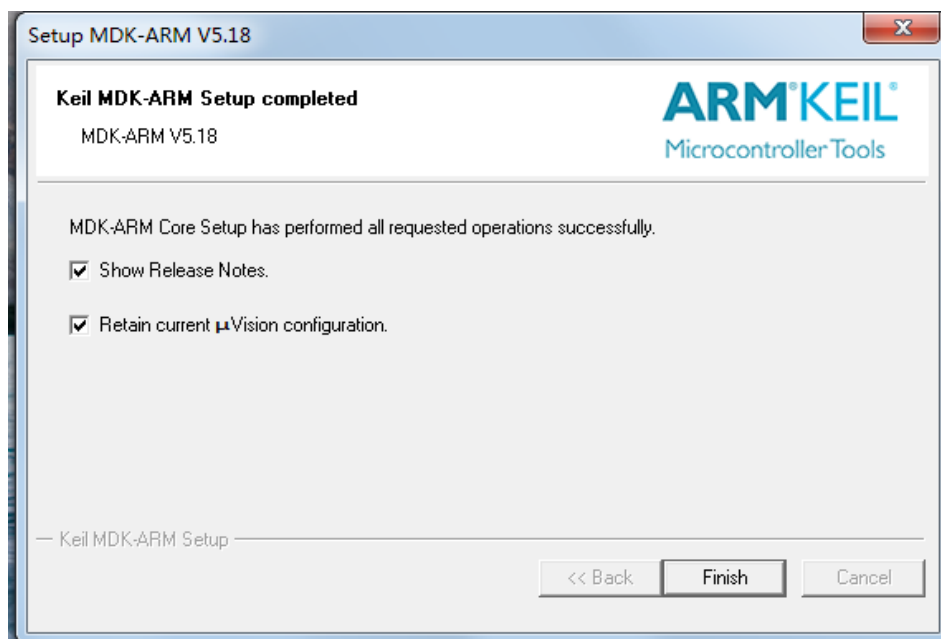


图 1.3 MDK Core 安装完成

最后点击 **Finish** 即可完成安装，随后，MDK 会自动弹出 **Pack Installer** 界面，如图 1.4 所示：

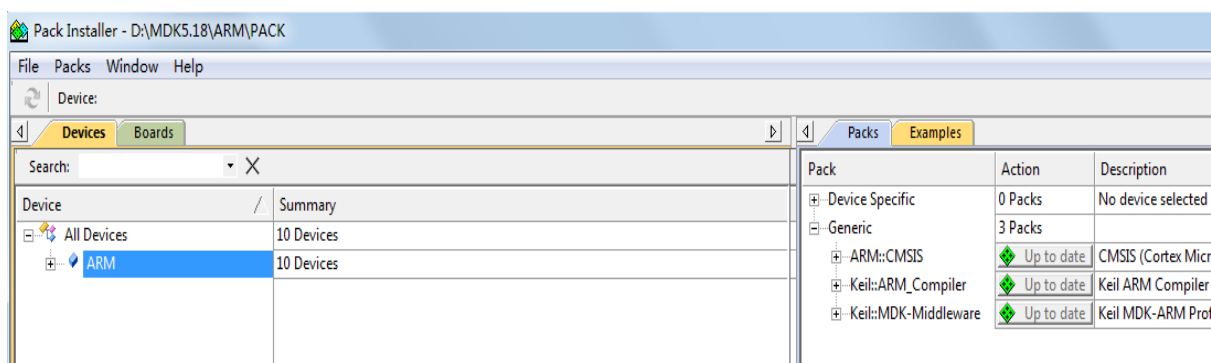


图 1.4 包安装器界面

从上图可以看出，安装 MDK5.18 后，CMSIS 和 MDK 中间软件包已经安装了。另外，程序会自动去 Keil 的官网下载各种支持包，不过这个过程有可能失败，如图 1.5 所示：

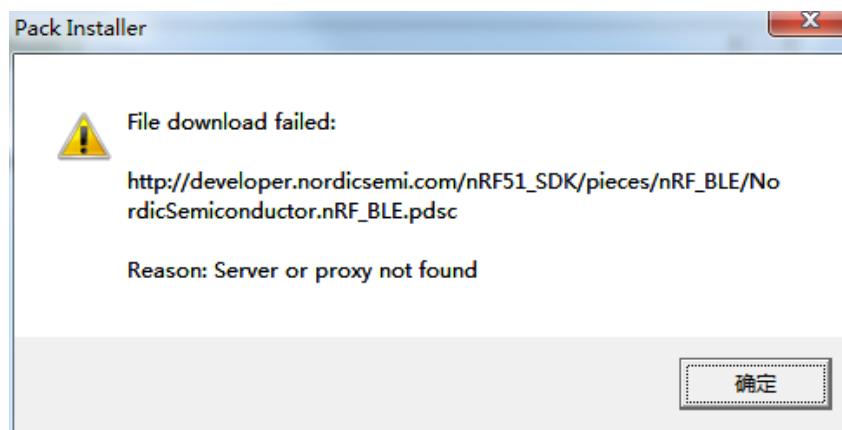


图 1.5 下载失败

遇到这种情况，我们直接确定，然后**关闭这个包安装器**即可。支持包，我们可以自行去官网下载，下载地址：<http://www.mindmotion.com.cn/download.aspx>。注册登录后，在 MDK pack 文件下载。这里我们以：MM32F103 开发为例，则至少需要安装：CMSIS 和 MM32F103 的器件支持包，CMSIS 包 MDK5.18 自带了，所以不需要单独再安装。



图 1.6 下载失败

我们只需要再安装 MM32F103 的器件支持包即可，这个包我们已经帮大家下载到了 MindMotion 提供的学习文件夹的安装目录下，名字是：**Keil.MM32X103\_DFP.1.0.0.pack**，我们双击这个安装包，即可完成 MDK5.18 的安装（此时仅支持 MM32F103 的开发，其他 MCU 请自行在 Keil 官网下载对应的器件支持包）。

## 7. MDK5.18注册

双击左面的 Keil uVision5 图标（注意，如果直接双击无法注册，请右键以管理员身份运行 MDK5，之后再注册），如图 2.1 所示：

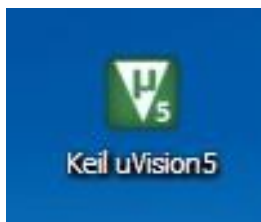


图 2.1 MDK5 图标

然后，点击：FileLicense Management，调出注册管理界面，如图 2.2 所示：

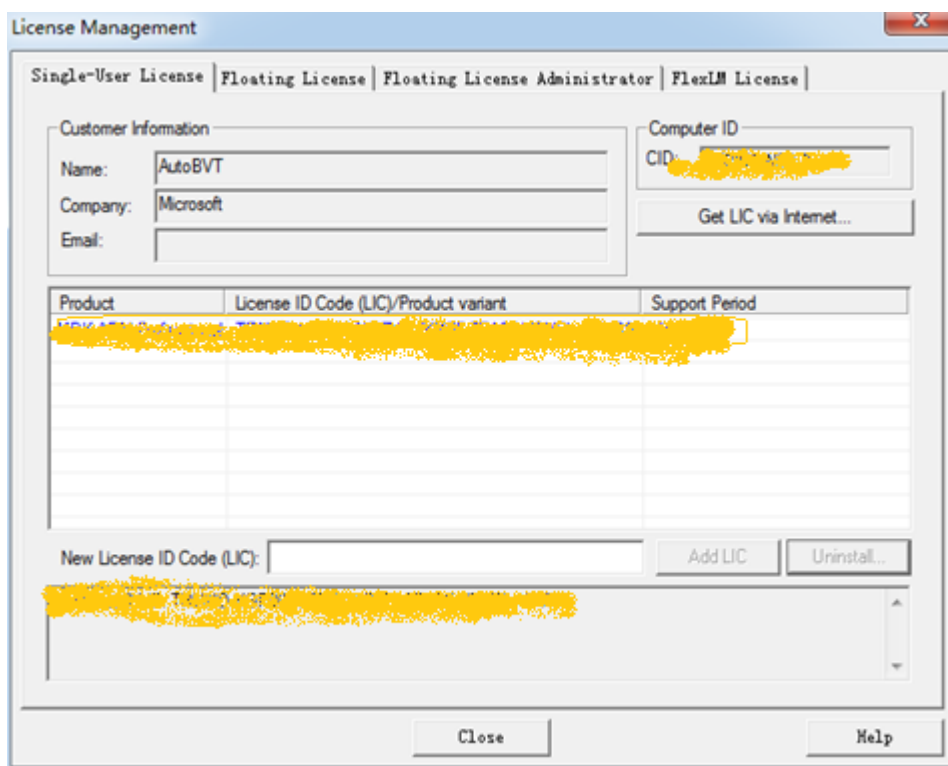


图 2.2 MDK5 注册界面

未注册的 MDK 软件初始状态是评估版本的，使用上面是有限制，不能编译超过 32K 的代码。

在购买后，获得相关注册码，通过官方指导的方法注册。

首先，提供 CID 给 Keil 并获得注册码，拷贝注册码到 License Management 里面，点击 Add LIC 即可完成注册，如图 2.3 所示：

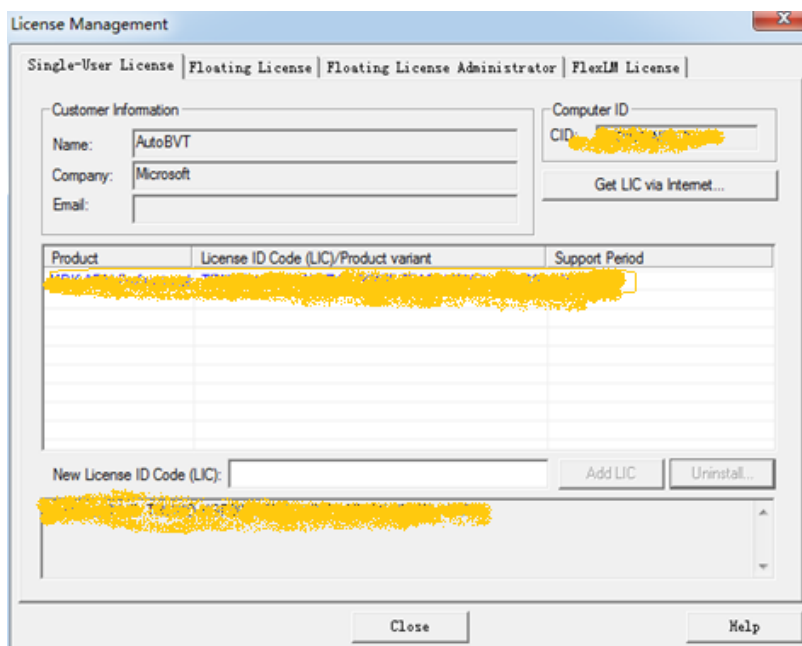


图 2.3 MDK5.18 完成注册

从图中可以看到，如此即已经完成注册。查看得到如图 2.4 的结果：



图 2.4 MDK5.18 完成注册

IAR 安装详情请参考：AN0004\_用 IAR 开发 MM32。

## 8. 程序下载

在下载测试之前，首先要确保你的电脑已经安装过 Keil 或者 IAR 等编译软件，电脑编译工具安装完成后，可以在灵动官网下载 MiniBoard 提供程序开发包。

| MiniBoard         |     |    |      |            |         | 更多>>                                                                                |
|-------------------|-----|----|------|------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 名称                | 类型  | 语言 | 版本   | 更新日期       | 文件大小    | 下载                                                                                  |
| MiniBoardStartKit | ZIP | 中文 | V1.1 | 2016-09-21 | 12.24MB |  |

解压完成后，可以看到五个文档

文档目录结构参考如下：

| 名称                                                                                                                   | 修改日期             | 类型                 | 大小       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|----------|
|  1-Document                         | 2016/11/3 星期...  | 文件夹                |          |
|  2-Hardware                         | 2016/10/25 星期... | 文件夹                |          |
|  3-Sample_Code                      | 2016/11/1 星期...  | 文件夹                |          |
|  4-Software                         | 2016/10/25 星期... | 文件夹                |          |
|  5-Reference_Datasheet              | 2016/10/25 星期... | 文件夹                |          |
|  UM_MM32 MiniBoard_User_Manual_... | 2016/10/25 星期... | Foxit Reader PD... | 1,730 KB |

### 8.1 文档

该文件夹下包含了板子产品简介、入门手册、使用手册等。

路径在：\1-Document\

### 8.2 原理图

该文件夹下包含了板子原理图、BOM 图表、PCB 图等。

路径在：\2-Hardware\MiniBoard\

### 8.3 核心代码

该文件主要包括：板载相关资源的运行程序，分为寄存器版本和库函数版本，方便使用时直接调用。

路径在：\3-Sample\_Code\MiniBoard\

### 8.4 工具

该文件夹下提供了有灵动微电子自主开发的相关下载、调试等软件和使用说明。

路径在：\4-Software\

### 8.5 参考文档

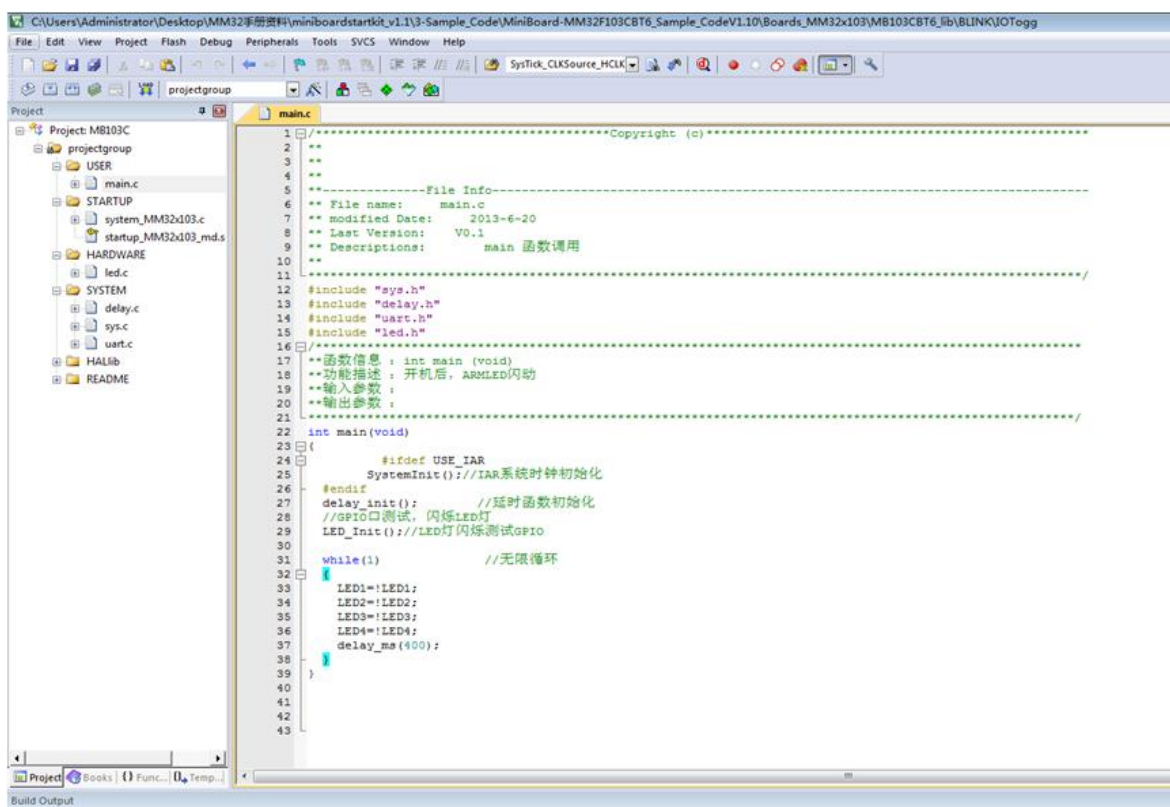
参考文档目录下主要包括 MM32F103 用户手册、W25P80 datasheet、MAX3232 Datasheet、24C02 Datasheet 等。

路径在：\5-Reference\_Datasheet\

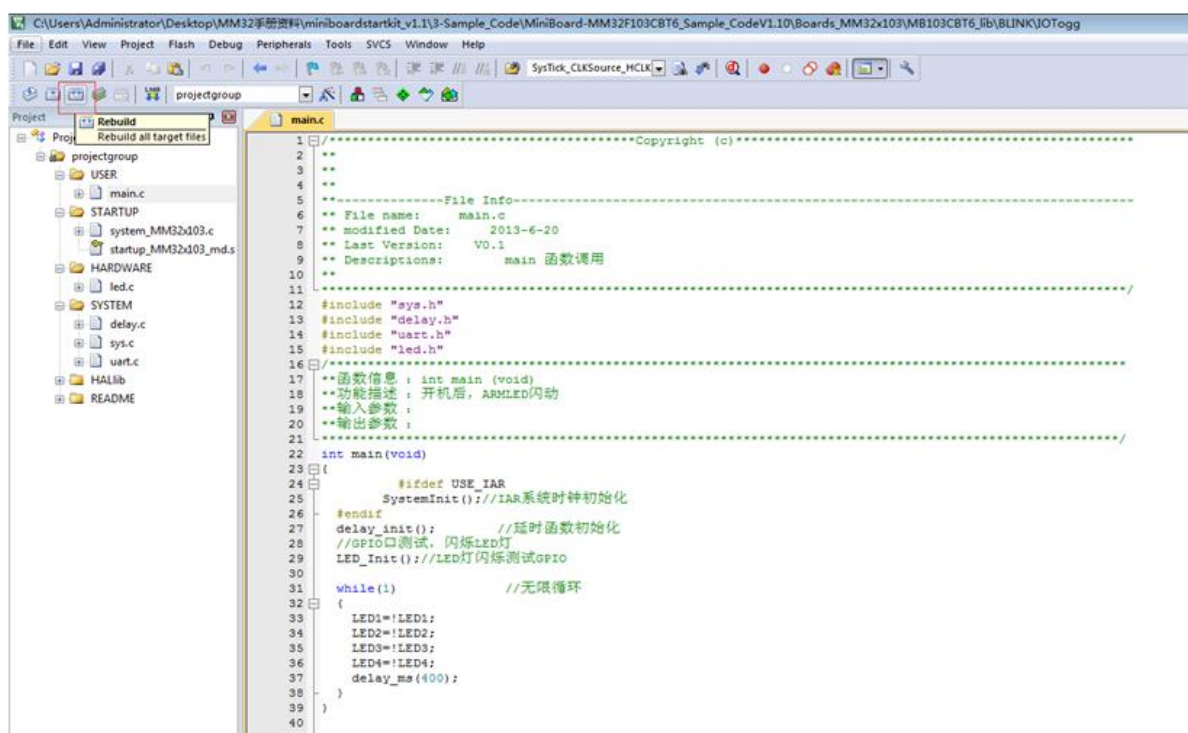
## 8.6 程序下载调试

如下以 MM32F103CBT 的芯片的 MiniBoard 为例：

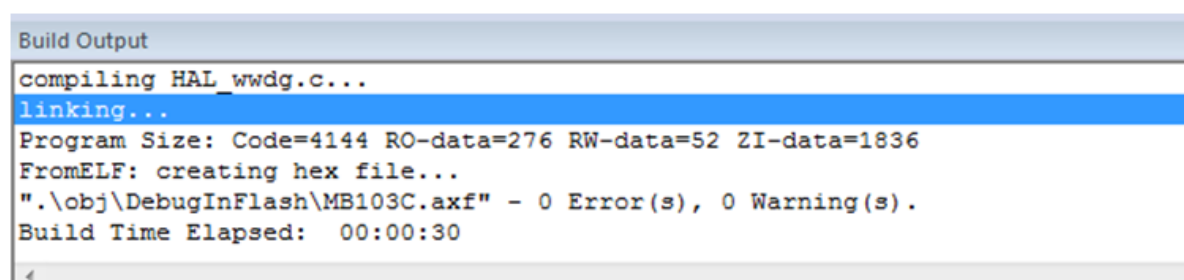
- (1) 拿到 MiniBoard 将功耗开关打到 RUN 模式。
- (2) 将 MiniBoard 供电：将 USB 线插上 MiniBoard 的 USB 口，另一头插上电脑上，此时可以看到 MiniBoard 的红色电源指示灯被点亮，同时出厂时的下载闪灯程序开始运行，可以看到 4 个功能指示灯开始闪烁。
- (3) 插上下载调试工具：用户可以自由选择下载调试工具，如：J-Link，U-LINK2，M-Link，MM32 Debugger。
- (4) 按照指引路径：3-Software Sample\MM32@20160718@1204\Boards\_MM32\MB103\_lib，可以看到有灵动微电子为大家提供的已经可以编译通过的程序样例，用户可以根据自己的实际需求选择自己会用到的外设，在各个外设文件中又包括 Keil 和 IAR 工程，用户可以根据自己使用编译工具的熟悉情况选择相对应的工程打开编译下载。
- (5) 本文档以跑马灯为例，按照如下路径：  
miniboardstartkit\_v1.1\3-Sample\_Code\MiniBoard-MM32F103CBT6\_Sample\_CodeV1.10\Boards\_MM32x103\MB103CBT6\_lib\BLINK\IOToggle\KEIL\_PRJ，双击 MB103C，即可进入工程编译界面。



(6) 如图编译该工程。



(7) 编译工程确认无误。



编译信息可以看出，我们的代码占用 FLASH 大小为：1886 字节（1560+336），所用的 SRAM 大小为：1864 个字节（32+1832）。

这里我们解释一下，编译结果里面的几个数据的意义：

Code：表示程序所占用 FLASH 的大小（FLASH）。

RO-data：即 Read Only-data，表示程序定义的常量，如 const 类型（FLASH）。

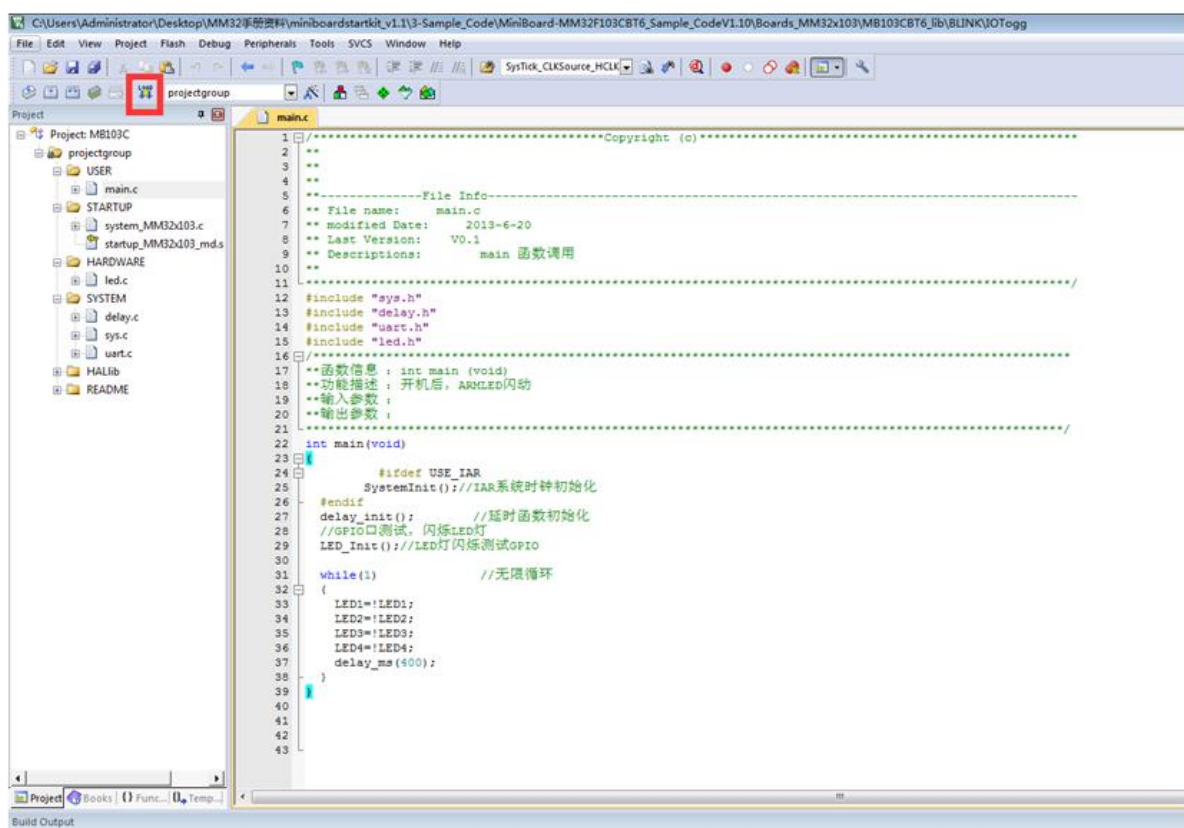
RW-data：即 Read Write-data，表示已被初始化的全局变量（SRAM）

ZI-data：即 Zero Init-data，表示未被初始化的全局变量(SRAM)

有了这个就可以知道你当前使用的 flash 和 sram 大小了，所以，一定要注意的是程序的大小不是.hex 文件的大小，而是编译后的 Code 和 RO-data 之和。

接下来，我们就先进行软件仿真，验证一下是否有错误的地方，然后下载到 MiniBoard 开发板看看实际运行的结果。

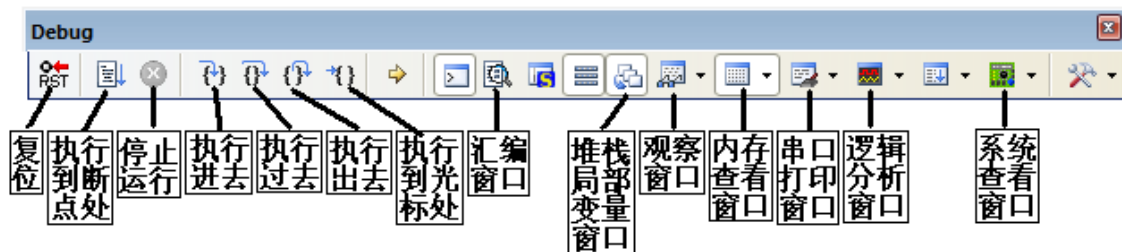
(8) 点击下载。



## 9. 调试程序

调试程序以串口打印程序为例，首先我们需要将 USB 给 MiniBoard 供电，然后插上 MiniBoard 的串口线连接到电脑，打开串口打印的程序，编译下载。我们点击 （开始/停止仿真按钮），开始仿真（这里大家要注意，仿真之前，请先编译一下工程）

可以发现，多出了一个工具条，这就是 Debug 工具条，这个工具条在我们仿真的时候是非常有用的，下面简单介绍一下 Debug 工具条相关按钮的功能。Debug 工具条部分按钮的功能如图：



**复位：**其功能等同于硬件上按复位按钮。相当于实现了一次硬复位。按下该按钮之后，代码会重新从头开始执行。执行到断点处该按钮用来快速执行到断点处有时候你并不需要观看每步是怎么执行的，而是想快速的执行到程序的某个地方看结果，这个按钮就可以实现这样的功能，前提是你查看的地方设置了断点挂起：此按钮在程序一直执行的时候会变为有效，通过按该按钮，就可以使程序停止下来，进入到单步调试状态。

**执行进去：**该按钮用来实现执行到某个函数里面去的功能，在没有函数的情况下，是等同于执行过去按钮的。

**执行过去：**在碰到有函数的地方，通过该按钮就可以单步执行过这个函数，而不进入这个函数单步执行。

**执行出去：**该按钮是在进入了函数单步调试的时候，有时候你可能不必再执行该函数的剩余部分了，通过该按钮就直接一步执行完函数余下的部分，并跳出函数，回到函数被调用的位置。

**执行到光标处：**该按钮可以迅速的使程序运行到光标处，其实是挺像执行到断点处按钮功能，但是两者是有区别的，断点可以有多个，但是光标所在处只有一个。

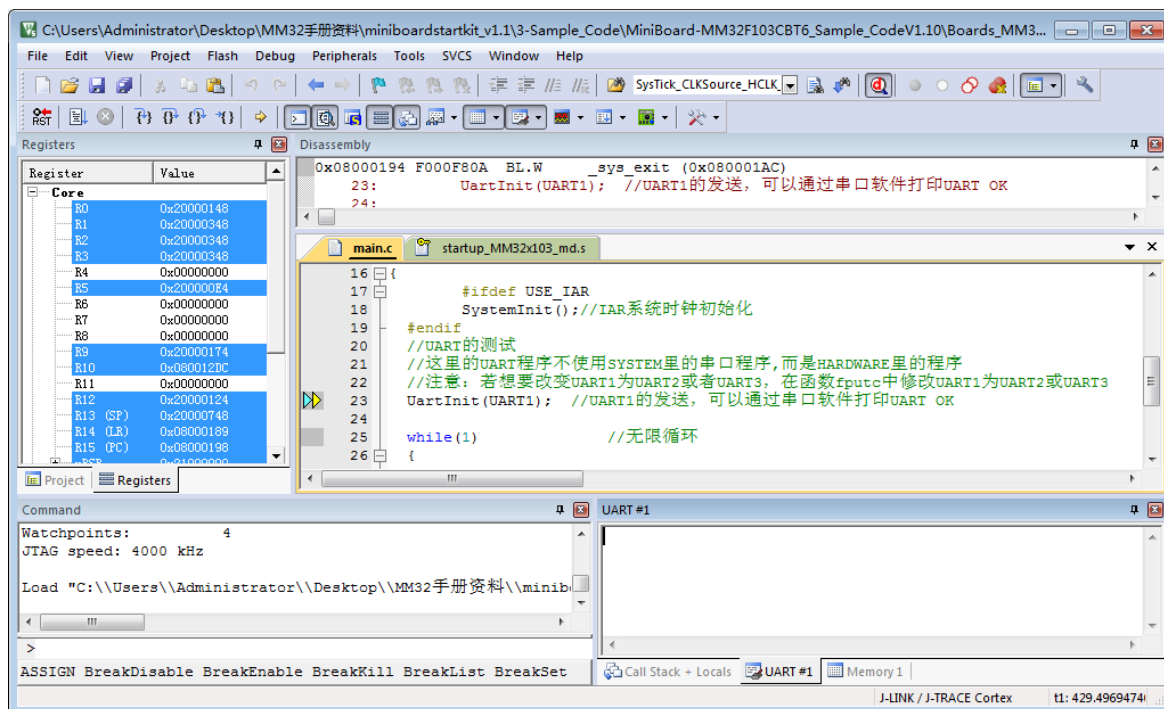
**汇编窗口：**通过该按钮，就可以查看汇编代码，这对分析程序很有用。观看变量/堆栈窗口：该按钮按下，会弹出一个显示变量的窗口，在里面可以查看各种你想

要看的变量值，也是很常用的一个调试窗口。串口打印窗口：该按钮按下，会弹出一个类似串口调试助手界面的窗口，用来显示从串口

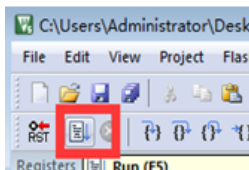
打印出来的内容。内存查看窗口：该按钮按下，会弹出一个内存查看窗口，可以在里面输入你要查看的内存地址，然后观察这一片内存的变化情况。是很常用的一个调试窗口性能分析窗口：按下该按钮，会弹出一个观看各个函数执行时间和所占百分比的窗口，用来分析函数的性能是比较有用的。

**逻辑分析窗口：**按下该按钮会弹出一个逻辑分析窗口，通过 **SETUP** 按钮新建一些 IO 口，就可以观察这些 IO 口的电平变化情况，以多种形式显示出来，比较直观。

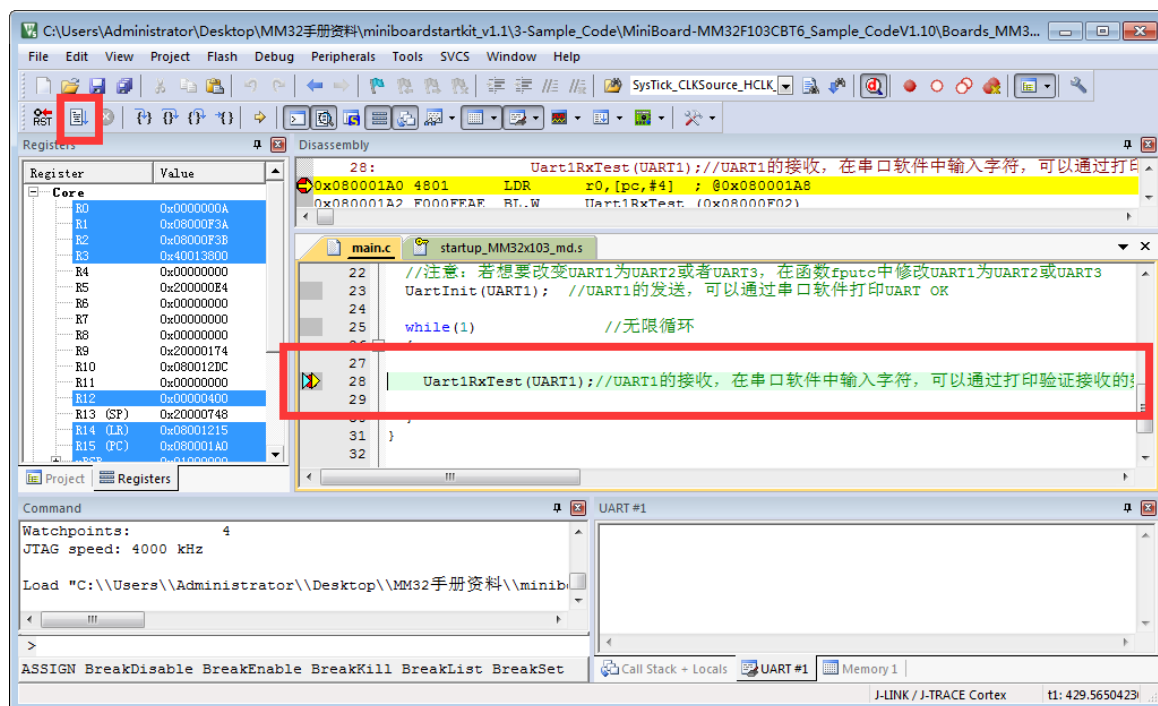
Debug 工具条上的其他几个按钮用的比较少，我们这里就不介绍了。以上介绍的是比较常用的，当然也不是每次都用得着这么多，具体看你程序调试的时候有没有必要观看这些东西，来决定要不要看。这样，我们在上面的仿真界面里面选内存查看窗口、串口打印窗口。然后调节一下这两个窗口的位置，如图所示：



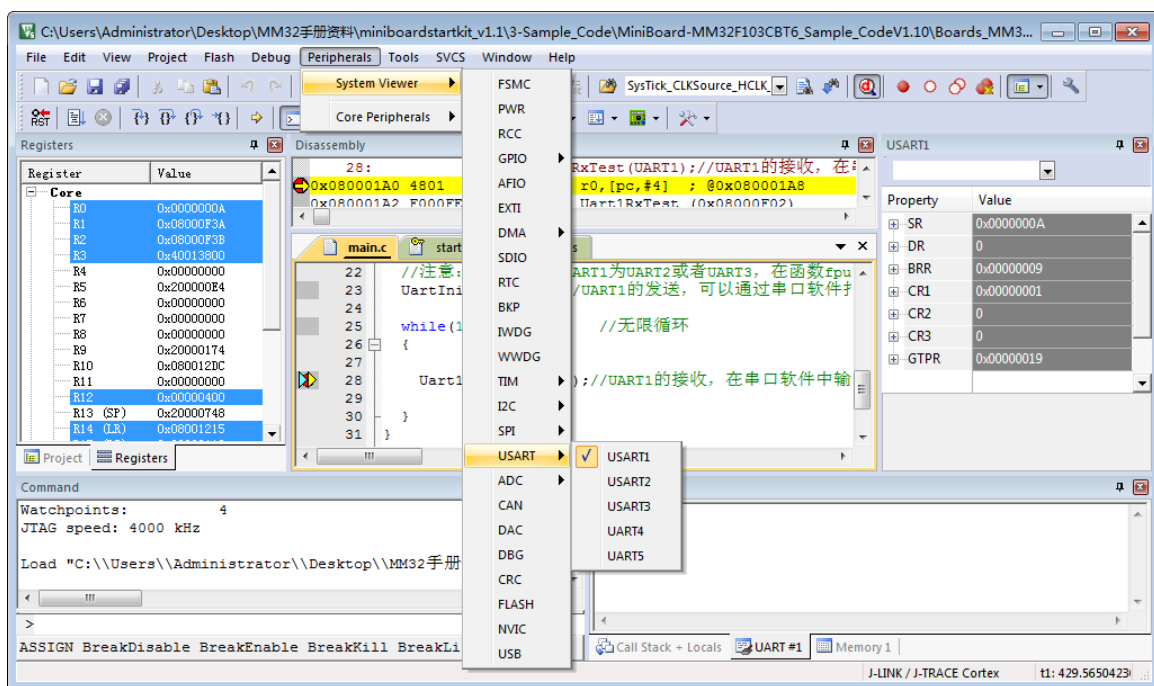
我们把光标放到 `main.c` 的 12 行的空白处，然后双击鼠标左键，可以看到在 12 行的左边出现了一个红框，即表示设置了一个断点（也可以通过鼠标右键弹出菜单来加入，再次双击则取消）。然后我们点击



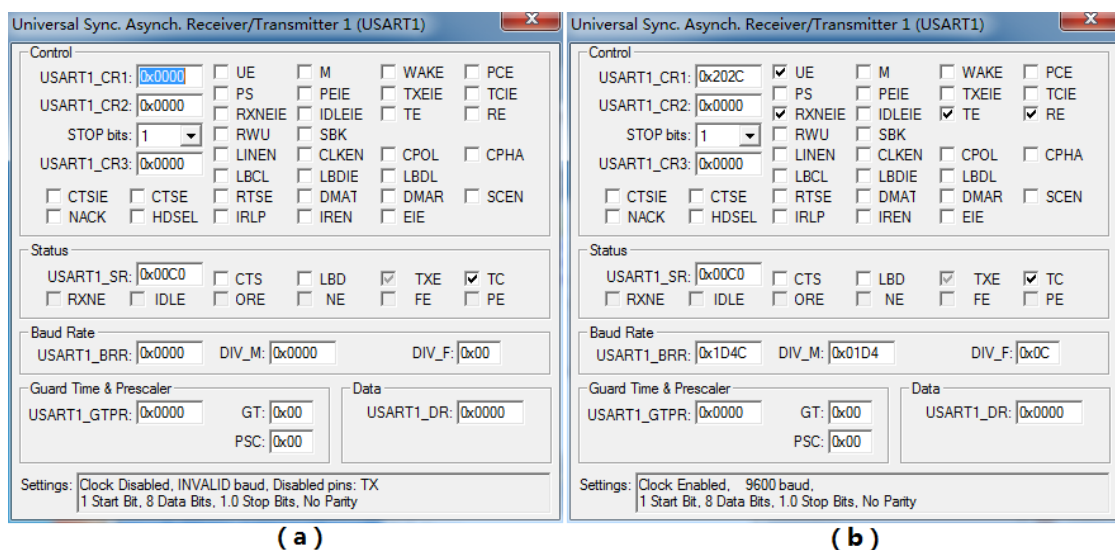
，执行到该断点处。



执行到断点处，我们现在先不忙着往下执行，点击菜单栏的 `Peripherals->USARTs->USART1`。可以看到，有很多外设可以查看，这里我们查看的是串口 1 的情况。

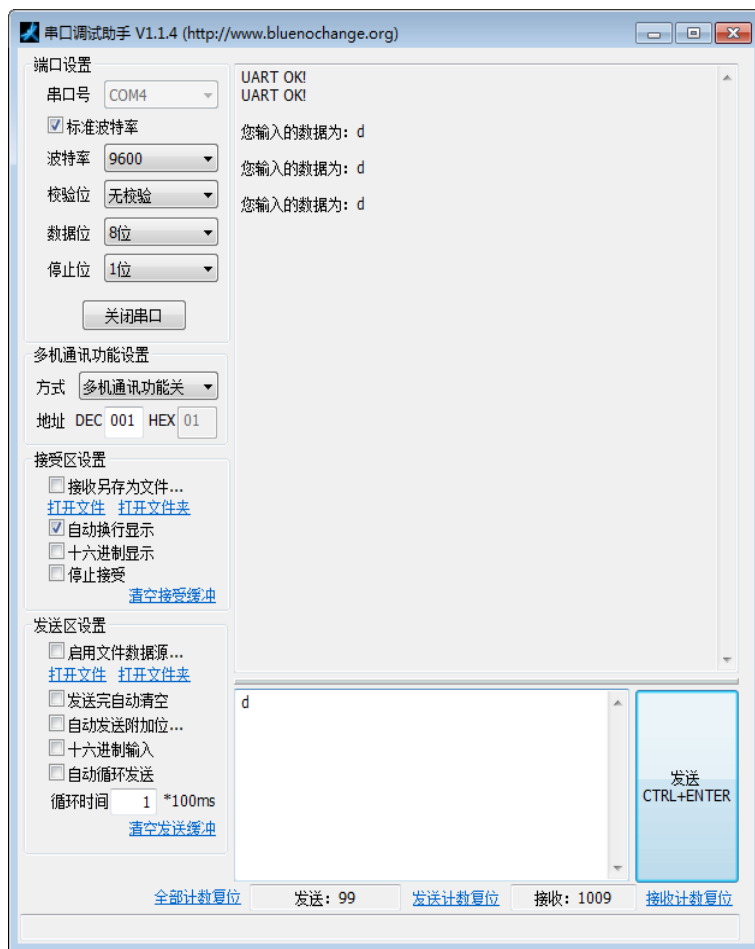


单击 USART1 后会在 IDE 之外出现一个如图 (a) 所示的界面：



图是 MM32 的串口 1 的默认设置状态，从中可以看到所有与串口相关的寄存器全部在这上面表示出来了，而且有当前串口的波特率等信息的显示。我们接着单击一下 ，执行完串口初始化函数，得到了如图所示的串口信息。

我们可以查看串口 1 的各个寄存器设置状态，从而判断我们写的代码是否有问题，只有这里的设置正确了之后，才有可能在硬件上正确的执行。同样这样的方法也可以适用于很多其他外设，这个读者慢慢体会吧！这一方法不论是在排错还是在编写代码的时候，都是非常有用的。然后我们继续单击  按钮，一步步执行，最后就会看到在 USART #1 中打印出相关的信息。



图中红色方框内的数据是串口 1 打印出来的，证明我们的仿真是通过的，代码运行时会在串口 1 不停的输出 t 的值，每 0.5s 执行一次。软件仿真的时间可以在 IDE 的最下面（右下角）观看到，如图

3.4.1.10 所示。并且 t 自增，与我们预期的一致。再次按下  结束仿真。



仿真持续时间至此，我们软件仿真就结束了，通过软件仿真，我们在 MDK5 中验证了代码的正确性，接下来我们下载代码到硬件上来真正验证一下我们的代码是否在硬件上也是可行的。

## 10. 版本更新记录

| 版本   | 日期         | 原因             |
|------|------------|----------------|
| V1.0 | 2016/07/26 | 第一次发布          |
| V1.1 | 2017/04/21 | 添加支持 L073&L373 |
| V1.2 | 2017/08/22 | 添加支持 F031C8T   |
|      |            |                |
|      |            |                |