

ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M

32-bit 微控制器

# MuMaker-PFM-M453

## 用户手册

### NuMicro<sup>®</sup> M453 系列

*The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.*

*Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro microcontroller based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.*

*All data and specifications are subject to change without notice.*

For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.

[www.nuvoton.com](http://www.nuvoton.com)

## 目录

1	概述.....	6
1.1	介绍 ARM® mbed™ .....	6
1.2	介绍 NuMaker-PFM-M453 开发板 .....	6
1.3	M453 系列 MCU 特性 .....	7
1.4	NuMaker-PFM-M453 开发板特性 .....	8
2	NuMaker-PFM-M453 开发板概述.....	9
2.1	正面视图.....	9
2.2	背面视图.....	10
2.3	Arduino UNO 兼容接口 .....	11
2.4	系统配置.....	13
2.4.1	电源设置.....	13
2.4.2	USB 连接器 .....	13
2.4.3	Arduino UNO 兼容接口连接器 .....	13
2.4.4	按键 .....	13
2.4.5	电源连接器 .....	13
2.5	PCB 布局 .....	14
3	开始.....	15
3.1	连接到 PC 主机.....	15
3.2	确认你的 PC 可以访问网络.....	16
3.3	登入 ARM® mbed™ .....	17
3.4	打开 Mbed 编译器 .....	19
3.5	编译程序.....	19
3.6	下载程序.....	19
3.7	运行程序.....	19
3.8	调试程序.....	19
4	NuMaker-PFM-M453 原理图 .....	20
4.1	M453 系列 MCU .....	20
4.2	Nu-Link-Me .....	21
4.3	供电 .....	22
4.4	Arduino UNO 兼容接口 .....	23
4.5	复位 .....	24

4.6 晶体 .....24

4.7 电池 .....25

4.8 LED .....25

4.9 RGB LED.....26

4.10 按键 .....26

4.11 蜂鸣器.....27

4.12 USB OTG .....27

4.13 RS-485 .....28

4.14 CAN .....28

4.15 24-bit 立体声音频编解码 .....29

4.16 MPU6500 .....30

5 版本历史 .....31

## 图片列表

图 1-1 NuMaker-PFM-M453 开发板 .....	6
图 2-1 NuMaker-PFM-M453 开发板正面 .....	9
图 2-2 NuMaker-PFM-M453 开发板背面 .....	10
图 2-3 Arduino UNO 兼容接口 .....	11
图 2-4 正面布局 .....	14
图 2-5 背面布局 .....	14
图 3-1 连接到 PC 主机 .....	15
图 3-2 Nu-Link 在 “Devices and Printers” 和 “Device Manager” 中的状态 .....	16
图 3-3 “MBED” 盘符 .....	16
图 3-4 “MBED” 磁盘的内容 .....	17
图 3-5 登陆ARM® mbed™ 网页 .....	17
图 3-6 建立新帐户 .....	18
图 3-7 登入 ARM® mbed™ 在 M453 .....	18
图 3-8 ARM® mbed™ 基于 M453 的编译器 .....	19
图 4-1 M453 系列管脚分布 .....	20
图 4-2 Nu-Link-Me 电路 .....	21
图 4-3 电源电路和配置 .....	22
图 4-4 Arduino UNO 兼容接口 .....	23
图 4-5 复位电路 .....	24
图 4-6 外部晶体电路 .....	24
图 4-7 电池电路 .....	25
图 4-8 电源 LED 和 IO LED 电路 .....	25
图 4-9 RGB LED 电路 .....	26
图 4-10 按键电路 .....	26
图 4-11 蜂鸣器电路 .....	27
图 4-12 USB OTG 电路 .....	27
图 4-13 RS-485 电路和连接器 .....	28
图 4-14 CAN 电路和连接器 .....	28
图 4-15 音频编解码电路 .....	29
图 4-16 MPU6500 电路 .....	30

表格列表

表 2-1 Arduino UNO 接口对应 M453 GPIO ..... 12

表 2-2 电源模式设置 ..... 13

## 1 概述

该用户手册目的是给用户快速地介绍ARM® mbed™ 和 NuMaker-PFM-M453 开发板的使用。

### 1.1 介绍 ARM® mbed™

ARM® mbed™ IoT 平台，提供操作系统，云服务，开发工具，让基于 IoT 标准的创造性的商业化的研发工作变得容易。

ARM® mbed™ 让 IoT 在透明的基础上让设备相互协作、或通信，更多 ARM® mbed™ 详情，请访问：

ARM® mbed™ 主页: [www.mbed.com/zh-cn/](http://www.mbed.com/zh-cn/)

软件主页: [developer.mbed.org/handbook/Homepage](http://developer.mbed.org/handbook/Homepage)

官方 C/C++ SDK: [developer.mbed.org/users/mbed\\_official/code/mbed/](http://developer.mbed.org/users/mbed_official/code/mbed/)

### 1.2 介绍 NuMaker-PFM-M453 开发板

NuMaker-PFM-M453是芯唐提供的基于Cortex®-M4 内核控制器M453 的一个开发板。它拥有丰富的外设接口。

此开发板支持 ARM® mbed™ IoT 平台，提供丰富的学习资料，让 IoT 应用的研究变得非常容易。

还提供与 Arduino UNO 兼容的接口，让基于Arduino 模块的研究变得很容易。直接点下面连接获取更多信息: [en.wikipedia.org/wiki/Arduino](http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino)

NuMaker-PFM-M453 开发板包含M453平台和Nu-Link-Me ICE调试器，如 图 1-1 所示：

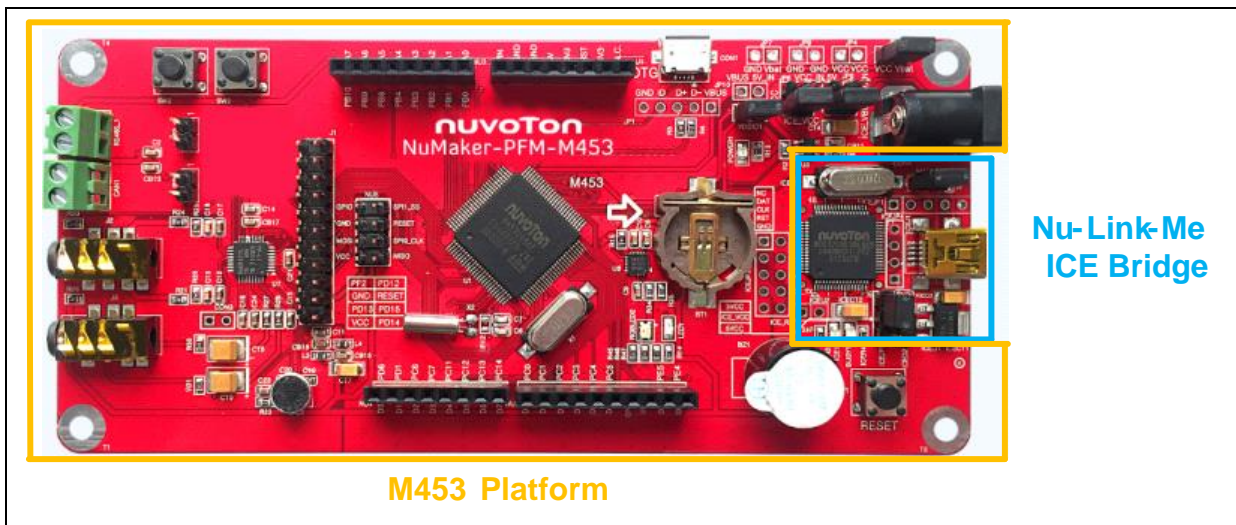


图 1-1 NuMaker-PFM-M453 开发板

开发板的左边部分是M453平台，包含嵌入Cortex®-M4内核，带DSP指令和浮点运算单元的目标芯片

M453 MCU，和其他相关基于开发应用的部分和连接器件。

开发板的右边部分是Nu-Link-Me ICE调试器，基于SWD(Serial Wire Debug)接口，用于连接目标芯片，允许用户通过PC的USB接口编程应用代码到目标芯片的flash。

更多关于基于ARM® mbed 的NuMaker-PFM-M453开发板的信息，请访问 ARM® mbed™ 硬件网站：

[www.mbed.com/zh-cn/development/hardware/boards/nuvotontechnology/nuvotonM453/](http://www.mbed.com/zh-cn/development/hardware/boards/nuvotontechnology/nuvotonM453/)

### 1.3 M453 系列 MCU 特性

- LQFP100 封装的M453VG6AE
- 高性能 ARM® Cortex®-M4F 内核，最高到 72 MHz
- 内嵌 LDO 用于 2.5 V 到 5.5 V的宽电压操作
- 256 KB 应用 ROM (APROM)
- 32 Kbytes 嵌入 SRAM
- 4 KB Flash 用于启动加载 (LDROM)
- 外部总线接口 (EBI)
- GPIO
- 外设 DMA (PDMA)
- 定时器 (4)
- PWM
- WDT 和 WWDT
- RTC
- UART (5)
- PS/2 设备
- I2C (2)
- SPI (3)
- I2S (2)
- USB OTG / FS 主机 / FS 设备
- CAN (2)
- 密码引擎
- CRC
- ADC (16 x 12bit)
- 比较器

- OP (2)
- DAC (12bit)

更多关于 NuMicro® 家族 M453 系列的具体信息，请直接点新唐网站：

Nuvoton ARM® Cortex®-M4 MCUs: [www.nuvoton.com/hq/products/microcontrollers/arm-cortex-m4-mcus/?\\_locale=zh](http://www.nuvoton.com/hq/products/microcontrollers/arm-cortex-m4-mcus/?_locale=zh)

M453 系列 Datasheet (DS): [www.nuvoton.com/hq/products/microcontrollers/arm-cortex-m4-mcus/Data-Sheet/?\\_locale=zh&resourcePage=Y](http://www.nuvoton.com/hq/products/microcontrollers/arm-cortex-m4-mcus/Data-Sheet/?_locale=zh&resourcePage=Y)

M453 系列技术参考手册 (TRM): [www.nuvoton.com/hq/products/microcontrollers/arm-cortex-m4-mcus/Technical-Reference-Manual/?\\_locale=zh&resourcePage=Y](http://www.nuvoton.com/hq/products/microcontrollers/arm-cortex-m4-mcus/Technical-Reference-Manual/?_locale=zh&resourcePage=Y)

## 1.4 NuMaker-PFM-M453 开发板特性

- 有 Nu-Link-Me ICE Bridge (Mass storage as USB Disk drive) 用于编程和调试
- Arduino UNO 兼容接口
- Audio codec (NAU8822LYG) 带麦克风、Line In 和耳机输出
- USB OTG
- 3-轴加速器和3-轴陀螺仪 (MPU6500)
- RS485 收发器
- CAN 收发器
- 两个按键
- 蜂鸣器
- RGB LED
- RTC备用电池



## 2 NUMAKER-PFM-M453 开发板概述

### 2.1 正面视图

图 2-1 所示 NuMaker-PFM-M453 开发板的正面主要元件。

下面列出了正面元件:

- 目标芯片: M453VG6AE (U1)
- Nu-Link-Me ICE Bridge: ICE 控制器 NUC12SRE3DE (ICEU2) , USB Mini-B 连接头 (ICEJ1)
- 音频编解码 NAU8822LYG (U7) , 麦克风 (MIC1) , Aux Line In (J2) , 耳机 (J3)
- Arduino UNO 兼容接口连接器 (NU1, NU2, NU3, NU4 and NU5)
- USB: USB OTG Micro-AB 连接器 (CON1)
- 33-轴加速器和3-轴陀螺仪: MPU6500 (U6)
- 按键 (SW2, SW3)
- 蜂鸣器 (BZ1)
- RGB LED (RGBLED2)
- 电池 (BT1)

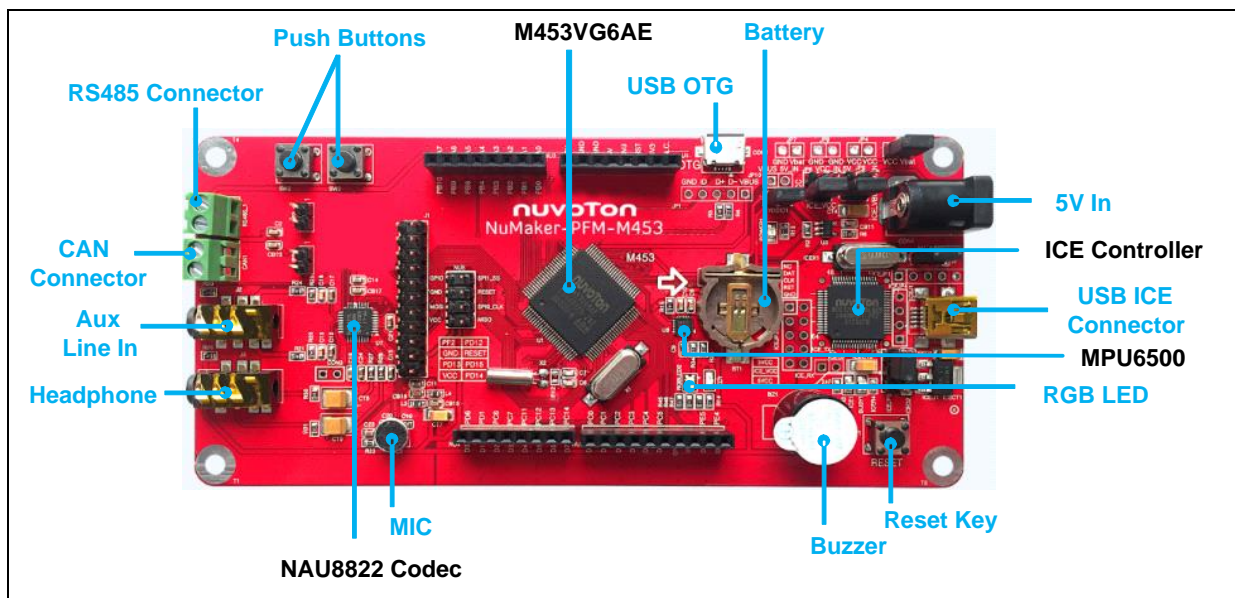


图 2-1 NuMaker-PFM-M453 开发板正面

图 2-2 所示 NuMaker-PFM-M453 开发板的背面主要元件。

- RS485 收发器: SP585E (UT1)
- CAN 收发器: SN65HVD230 (U4)

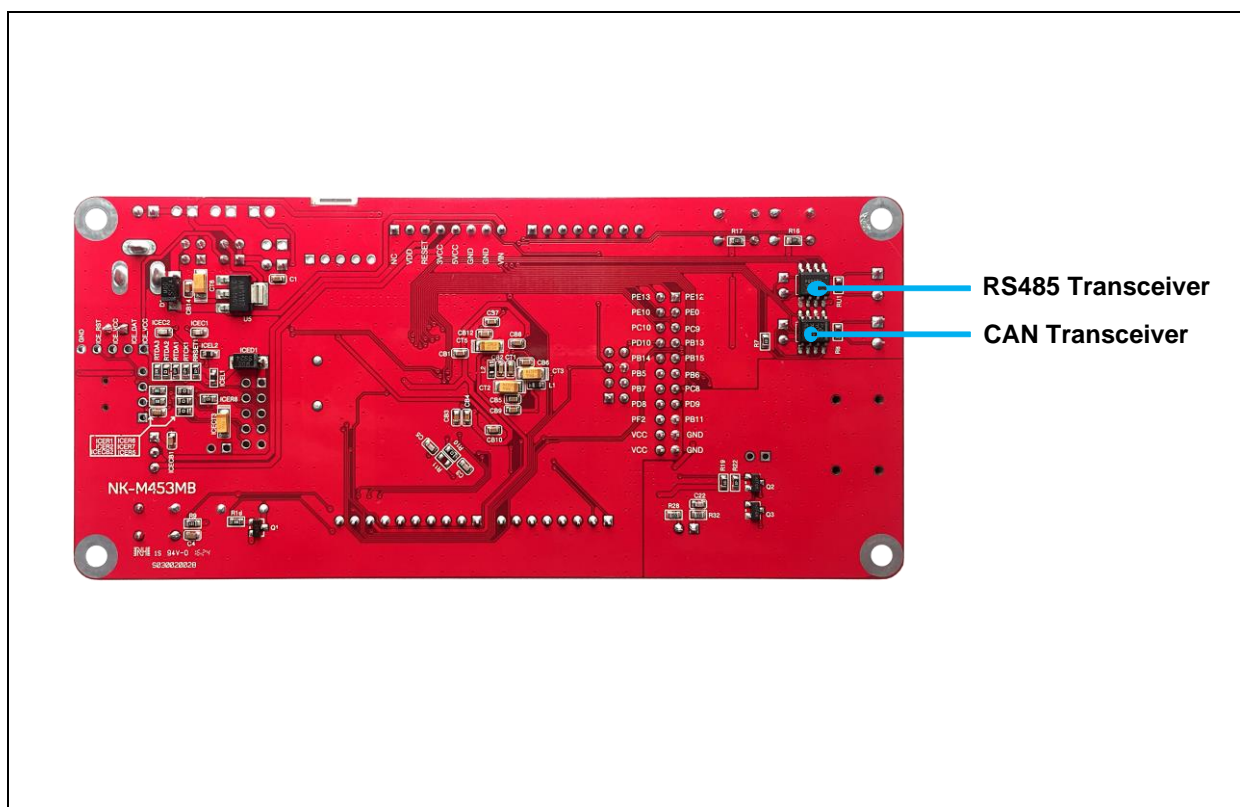


图 2-2 NuMaker-PFM-M453 开发板背面

2.3 Arduino UNO 兼容接口

图 2-3 所示 Arduino UNO 兼容接口。

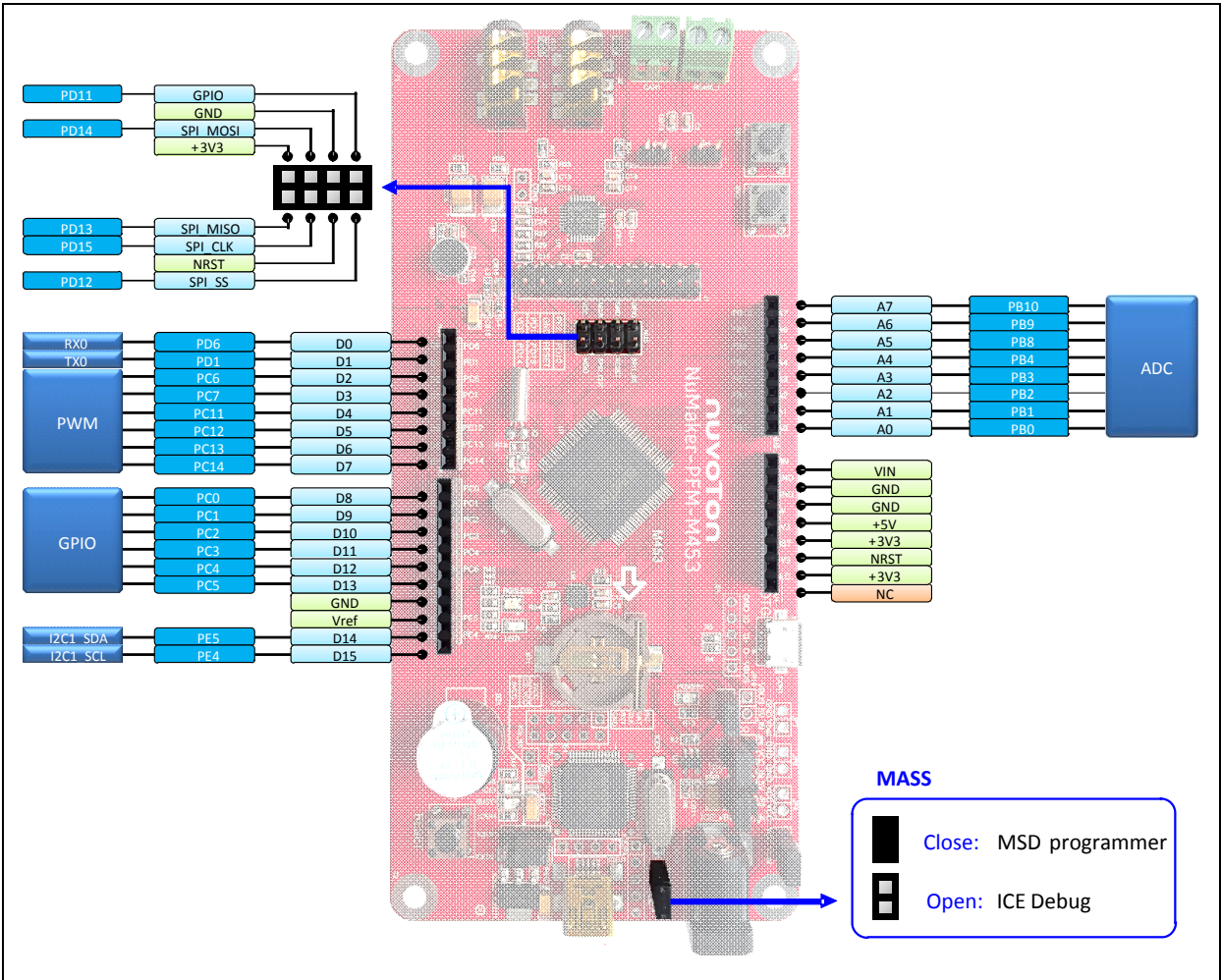


图 2-3 Arduino UNO 兼容接口

Header		NuMaker-PFM-M453		Header		NuMaker-PFM-M453	
		Compatible to Arduino UNO	GPIO Pin of M453			Compatible to Arduino UNO	GPIO Pin of M453
NU1	NU1.1	NC	NC	NU4	NU4.1	ADC0	PB.0
	NU1.2	VDD	VCC		NU4.2	ADC1	PB.1
	NU1.3	MCU_RESET	RESET		NU4.3	ADC2	PB.2
	NU1.4	3VCC	3VCC		NU4.4	ADC3	PB.3
	NU1.5	5VCC	5VCC		NU4.5	ADC4	PB.4
	NU1.6	VSS	GND		NU4.6	ADC5	PB.8
	NU1.7	VSS	GND		NU4.7	ADC6	PB.9
	NU1.8	VIN	VIN		NU4.8	ADC7	PB.10
NU2	NU2.1	PWM6	PC.0	NU5	NU5.1	UART_RX0	PD.6
	NU2.2	PWM7	PC.1		NU5.2	UART_TX0	PD.1
	NU2.3	PWM8	PC.2		NU5.3	PWM0	PC.6
	NU2.4	PWM9	PC.3		NU5.4	PWM1	PC.7
	NU2.5	PWM10	PC.4		NU5.5	PWM2	PC.11
	NU2.6	PWM11	PC.5		NU5.6	PWM3	PC.12
	NU2.7	VSS	GND		NU5.7	PWM4	PA.13
	NU2.8	VREF	VREF		NU5.8	PWM5	PA.14
	NU2.9	I2C1_DAT	PE.5	NU3			
	NU2.10	I2C1_SCL	PE.4				
	NU3.1	SPI1_MISO	PD.14				
	NU3.2	VCC	VCC				
	NU3.3	SPI1_CLK	PD.15				
	NU3.4	SPI1_MOSI	PD.13				
	NU3.5	MCU_RESET	RESET				
	NU3.6	VSS	GND				
	NU3.7	SPI1_SS	PD.12				
	NU3.8	GPIO	PD.11				

表 2-1 Arduino UNO 接口对应 M453 GPIO

## 2.4 系统配置

### 2.4.1 电源设置

- **ICEJ1**: Nu-Link-Me USB Mini-B 连接器用于烧入代码，支持来自PC主机的5V电源。
- **CON1**: NuMaker-PFM-M453 USB OTG Micro-AB 连接头，提供来自PC主机的5V电源。ID 脚为低电平时，做设备端。
- **CON2**: NuMaker-PFM-M453 5V电源输入。
- **JP8, JP10**: NuMaker-PFM-M453 VDD5V 电源输入。

X: 未使用。

电源模式	ICEJ1 USB Port (Mini)	CON1 USB Port (Micro)	CON2 DC JACK (5V)	JP8/JP10 VDD5V	MCU 电压	注释
模式 1	连接到 PC	X	X	DC 5V 输出	DC 3.3 V	ICEJ1 提供来自PC的电源。
模式 2	X	连接到PC (这个 USB 端口是设备)	X	DC 5V 输出	DC 3.3 V	CON1提供来自PC的电源。 注: JP10 应该短接0R, 且 JP8的pin2 和 pin4 也应该 短接 0R.
模式 3	X	X	连接到DC JACK	DC 5V 输出	DC 3.3V	注: JP10 应该短接0R, 且 JP8的pin2 和 pin4 也应该 短接 0R.

表 2-2 电源模式设置

### 2.4.2 USB 连接器

- **ICEJ1**: USB Mini-B 连接器 (ICE)，连接电脑的USB主机接口，且提供电源。
- **CON1**: USB Micro-AB 连接器 (OTG)，用于USB OTG 应用。

### 2.4.3 Arduino UNO 兼容接口连接器

- **NU1, NU2, NU3, NU4 和 NU5**: Arduino UNO 兼容连接器。

### 2.4.4 按键

- **SW2, SW3**: 仅应用使用。
- **SW1**: 复位按键用于复位目标芯片。

### 2.4.5 电源连接器

- **VCC**: 电源。
- **GND**: 地。

## 2.5 PCB 布局

图 2-4 和 图 2-5 所示NuMaker-PFM-M453 开发板的正面和背面。

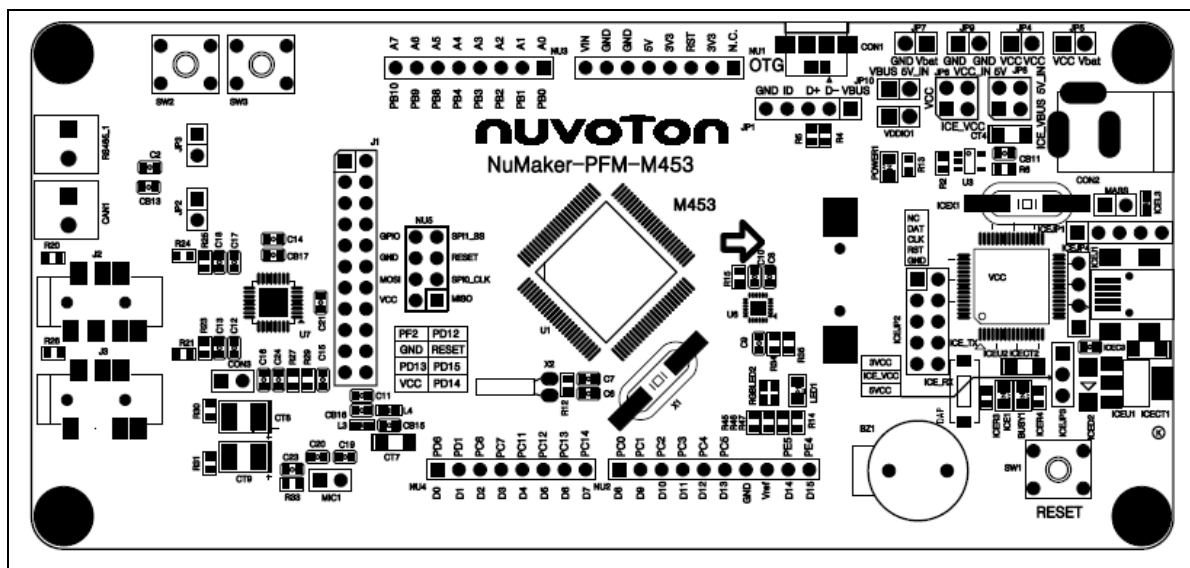


图 2-4 正面布局

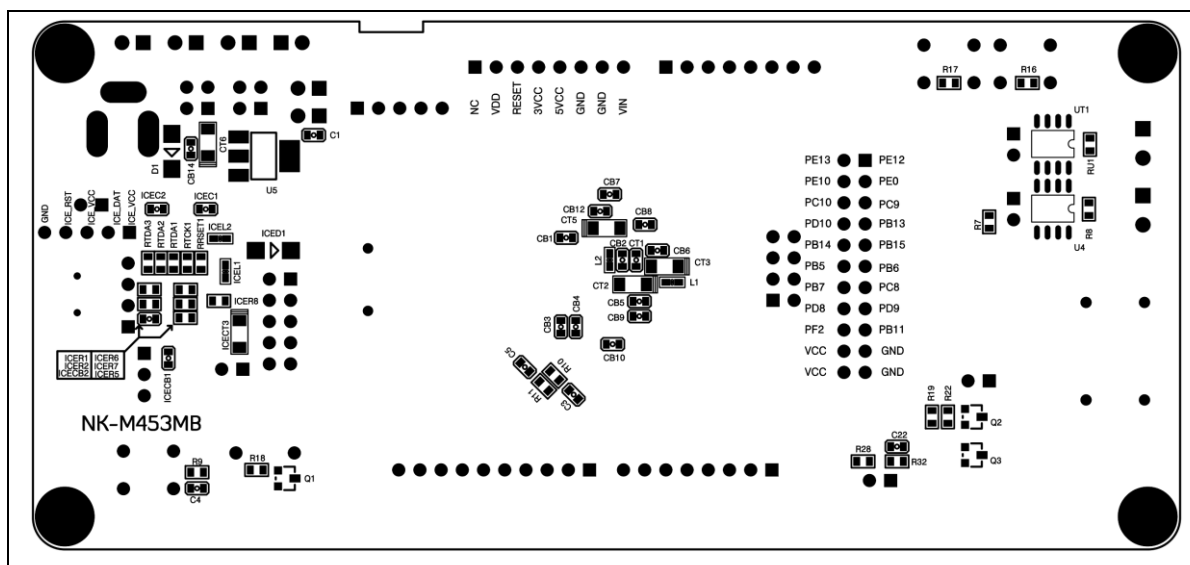


图 2-5 背面布局



### 3 开始

本章节描述使用NuMaker-PFM-M453 开发板的步骤.

#### 3.1 连接到 PC 主机

连接Nu-Link-Me上的USB Mini-B port (ICEJ1)到PC主机, 如图 3-1。电脑为板子供电, 板子被识别为U盘和虚拟串口(VCOM)。U盘功能可以用拖拉BIN文件的方式更新应用代码。虚拟串口可以打印调试信息。

可以在电脑的“Devices and Printers”或“Device Manager”查看设备信息, 如图 3-2。

成功连电脑后, 电脑会分配一个“MBED”盘符, 如图 3-3。

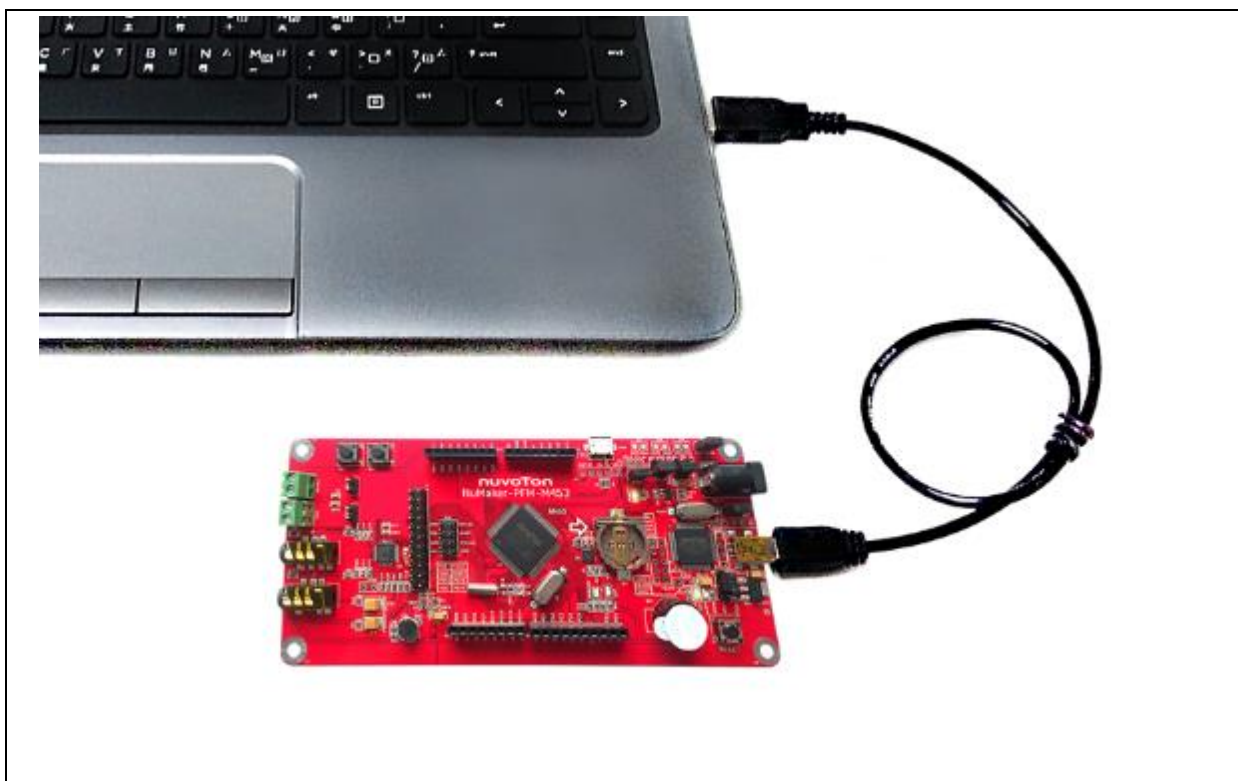


图 3-1 连接到 PC 主机

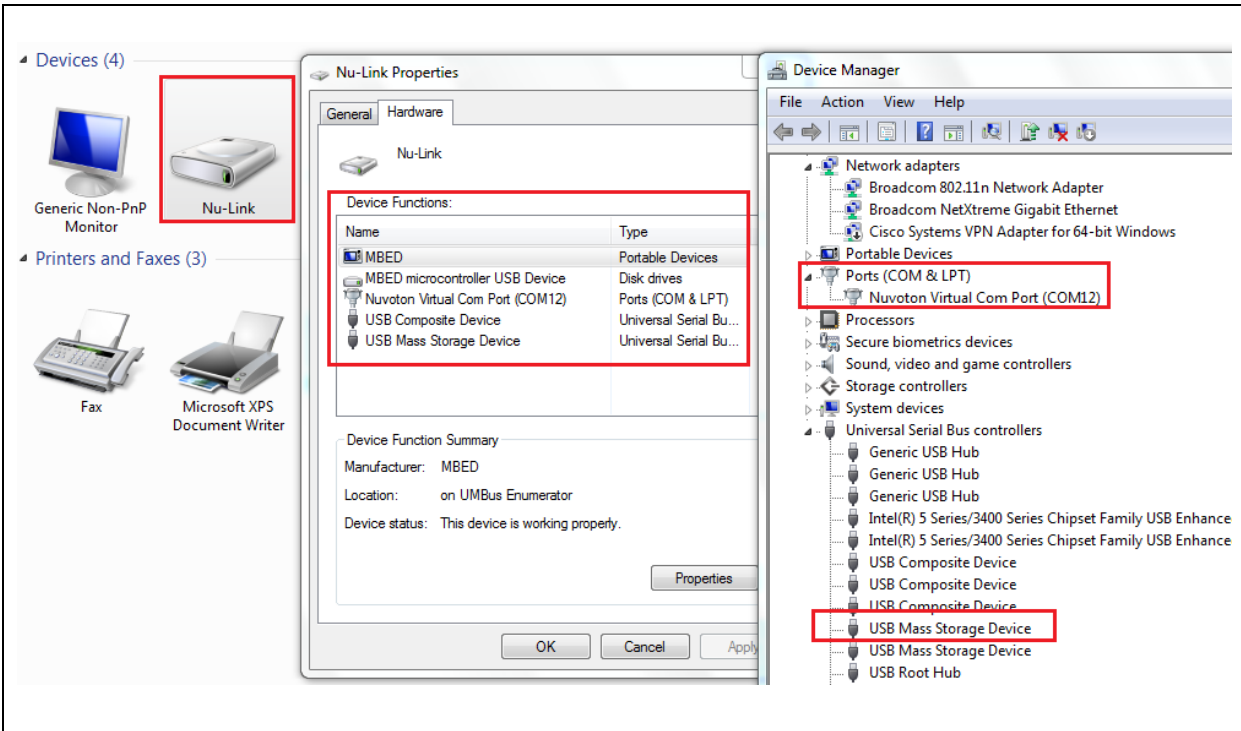


图 3-2 Nu-Link 在 “Devices and Printers” 和 “Device Manager” 中的状态

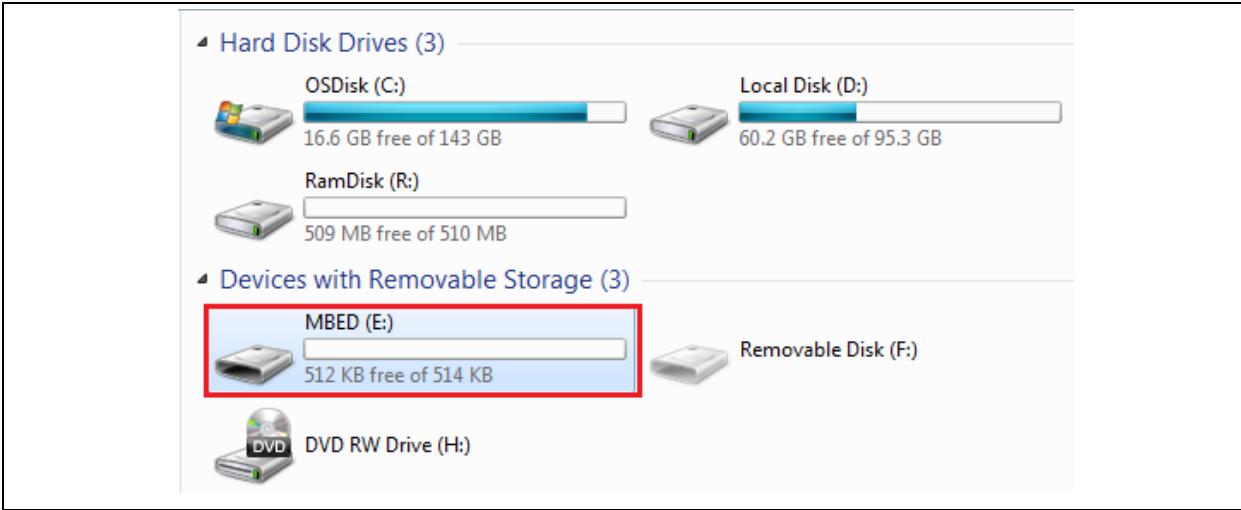


图 3-3 “MBED” 盘符

3.2 确认你的 PC 可以访问网络

ARM® mbed™ 平台提供免费的在线编译，确保你的电脑访问外网不受限制。



### 3.3 登入 ARM® mbed™

在 MBED 盘，双击“mbed.htm”如图 3-4，连接 ([developer.mbed.org/account/login](http://developer.mbed.org/account/login)) 到ARM® mbed™ 登陆页面，如图 3-5。

若已有帐户，可直接登陆，若无选择“Signup”在ARM® mbed™ 平台建个新帐户如图 3-6。

登陆 ARM® mbed™ 后，会看到如图 3-7。

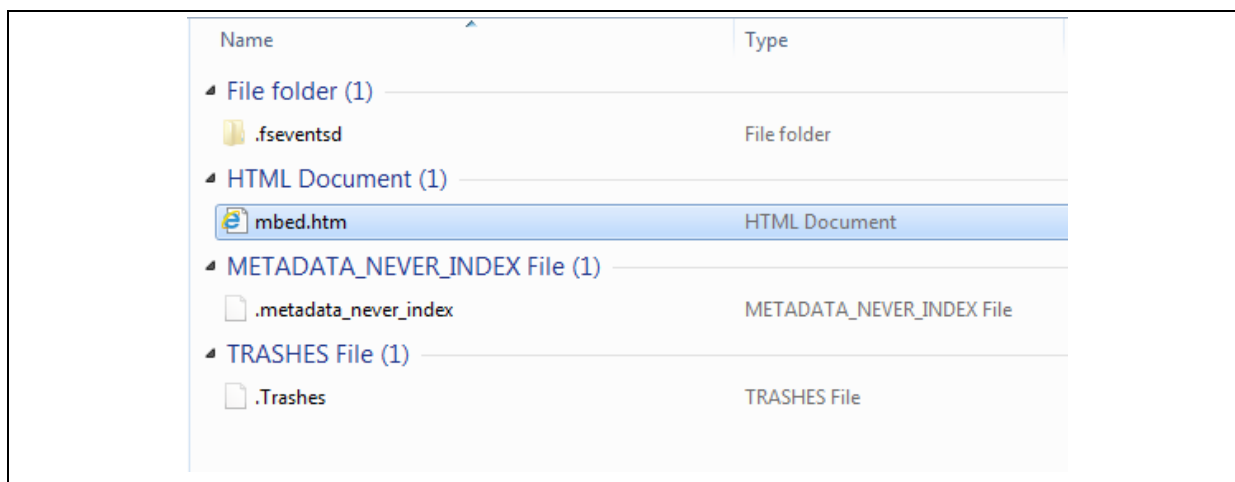


图 3-4 “MBED” 磁盘的内容

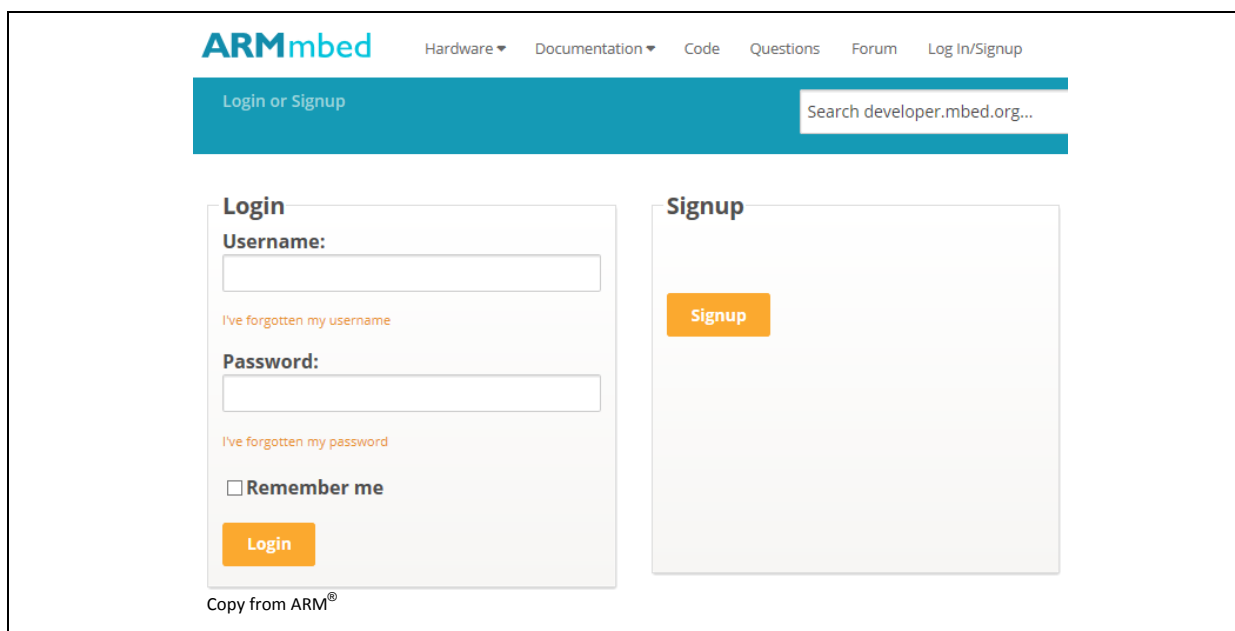


图 3-5 登陆ARM® mbed™ 网页

### Let's get started!

Just one question first, though.

Have you ever signed up on [developer.mbed.org](https://developer.mbed.org) before?

Yes, I have created an account before

No, I haven't created an account before

Complete the form below to sign up to mbed!

#### Signup

Enter your email address:

I already have an account

Choose a username:

Choose a password:

Confirm your password:

First name:

Last name:

Country:

Select a country...

☐ I agree to ARM's [Terms and Conditions](#). (required)

☐ I confirm I have read and accept ARM's Privacy Policy and indicate my consent to receiving marketing communications from ARM.

☒ I'd like to receive occasional updates from ARM about microcontroller products

Signup

#### Summary

You are about to...

Create an mbed user account

An account will be set up for you, giving you access to the mbed website and resources.

Register your device

---

Manufacturer: ARM

Model: placeholder

Copy from ARM®

图 3-6 建立新帐户

ARMmbed

Hardware Documentation Code Questions Forum


Compiler

Platforms » Nuvoton M453

Search developer.mbed.org...

Search

## Nuvoton M453



Platform Partner

nuvoTon

Silicon Partner

ARM

ARM Holdings is the world's leading semiconductor intellectual property (IP) supplier and as such is at the heart of the development of digital electronic products. Headquartered in Cambridge, UK, ARM has offices around the world, including design centers in Taiwan, France, India, Sweden, and the US.

Ask a question

Start a discussion

Open mbed Compiler

Copy from ARM®

图 3-7 登入 ARM® mbed™ 在 M453

### 3.4 打开 Mbed 编译器

打开在线免费的编译器，如图 3-8，可以导入一个程序或建立一个新的基于 NuMaker-PFM-M453板子的应用。

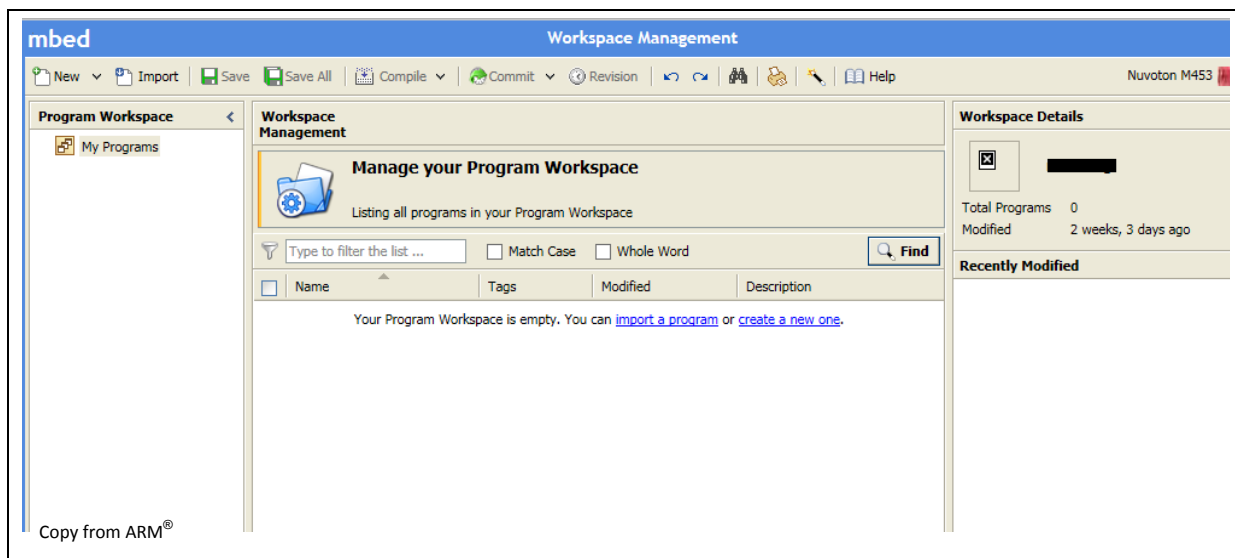


图 3-8 ARM® mbed™ 基于 M453的编译器

### 3.5 编译程序

点“Compile”图标，在线编译代码，检查编译结果，如果需要的话修改错误。

### 3.6 下载程序

把 bin 文件拖拉到“MBED”盘中，就更新了 NuMaker-PFM-M453板子上的代码。

### 3.7 运行程序

按 RESET键(SW1) 复位目标芯片，并执行代码。

### 3.8 调试程序

在代码中可以添加 printf() 函数打印出调试信息。也可以从 Nu-Link-Me ICE Bridge 虚拟串口输出信息。

## 4 NUMAKER-PFM-M453 原理图

### 4.1 M453 系列 MCU

图 4-1 所示M453 系列 MCU 的管脚分布。

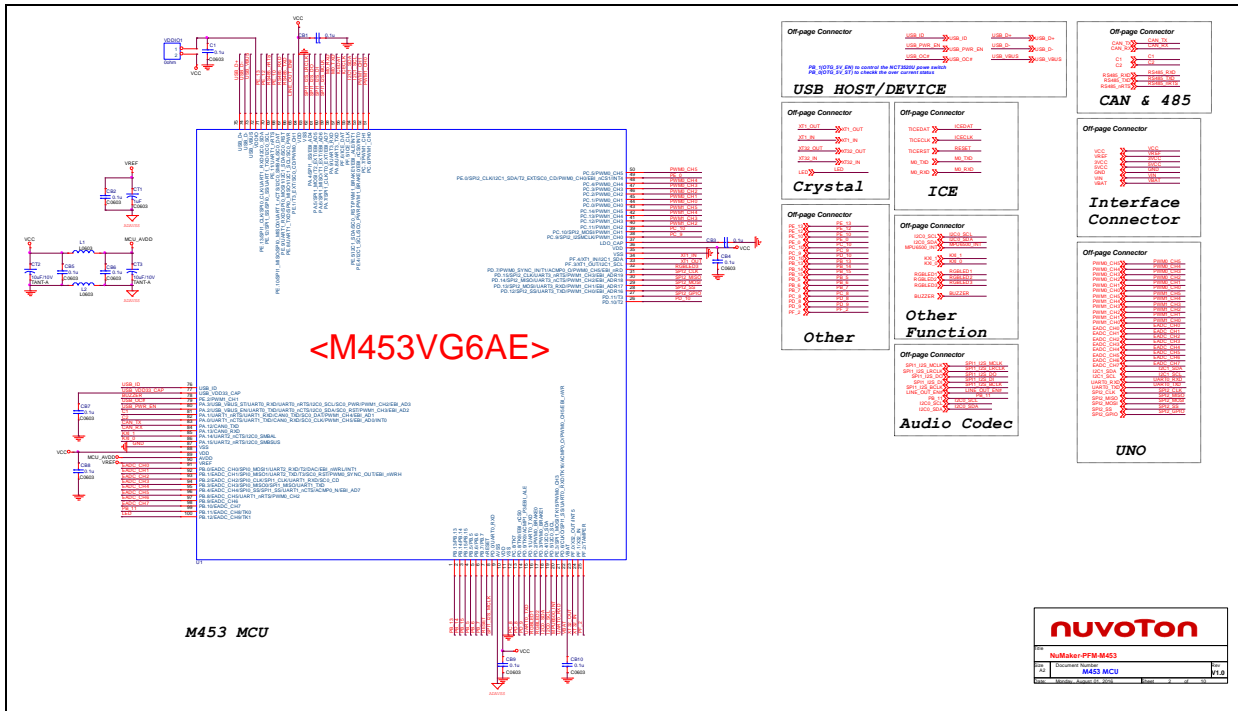


图 4-1 M453 系列管脚分布

## 4.2 Nu-Link-Me

图 4-2 所示 Nu-Link-Me 电路，USB-to-SWD，下载调试代码用。

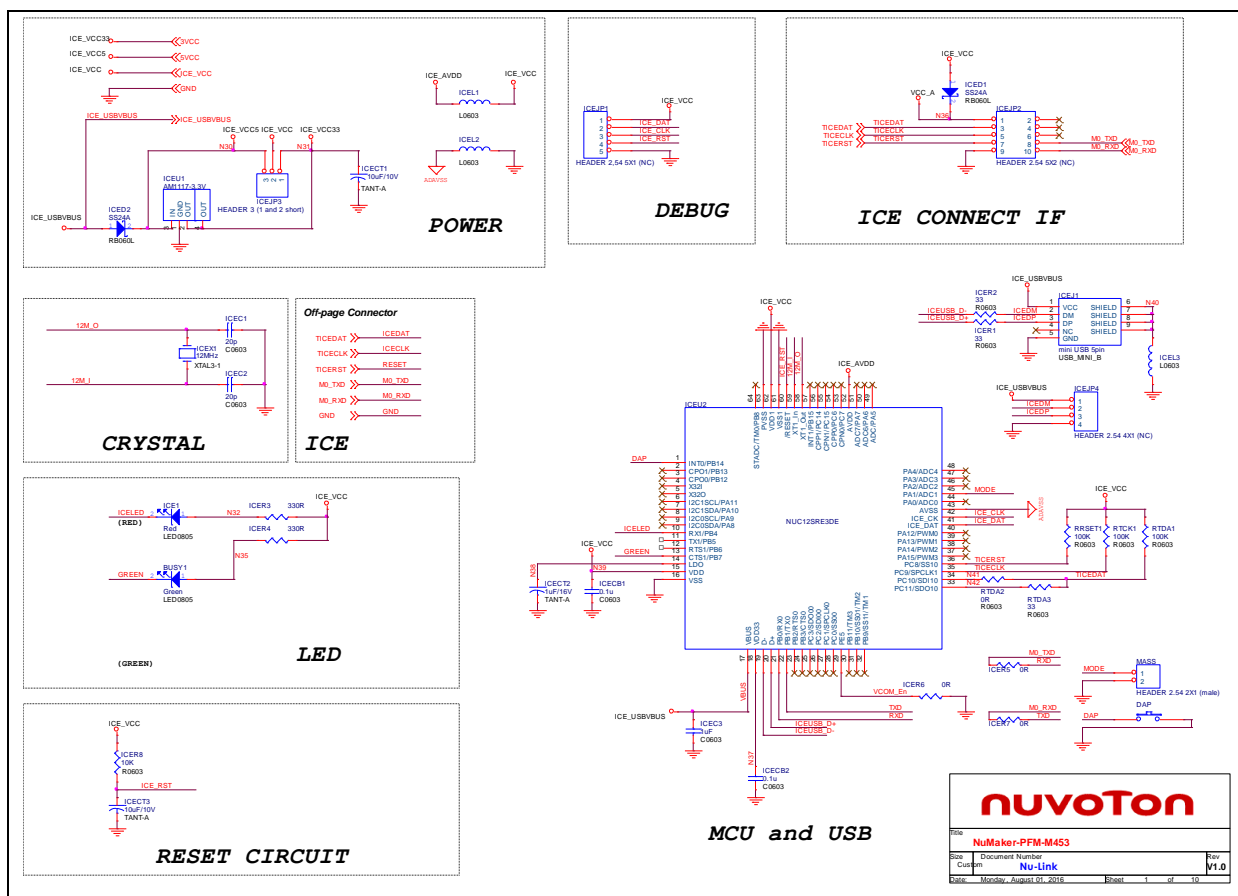


图 4-2 Nu-Link-Me 电路

4.3 供电

图 4-3 所示 NuMaker-PFM-M453 开发板电源和配置。

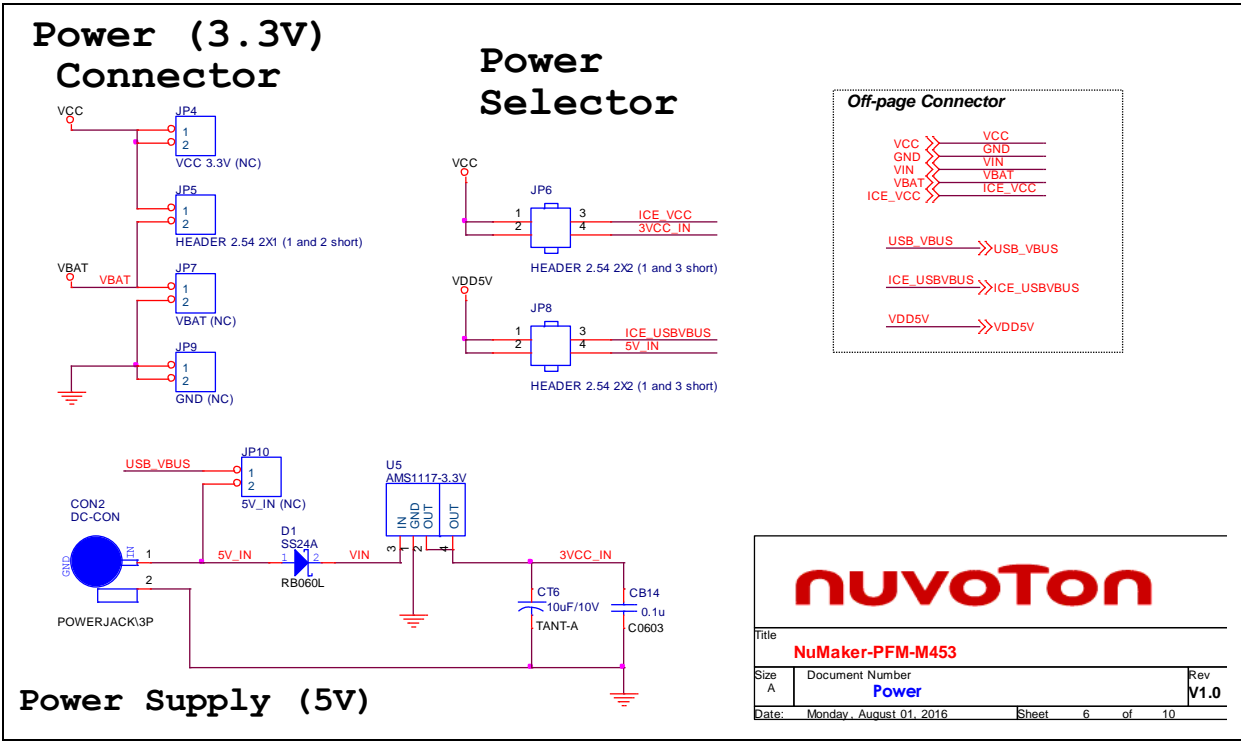


图 4-3 电源电路和配置

4.4 Arduino UNO 兼容接口

图 4-4 所示 Arduino UNO 兼容接口 NU1~5。

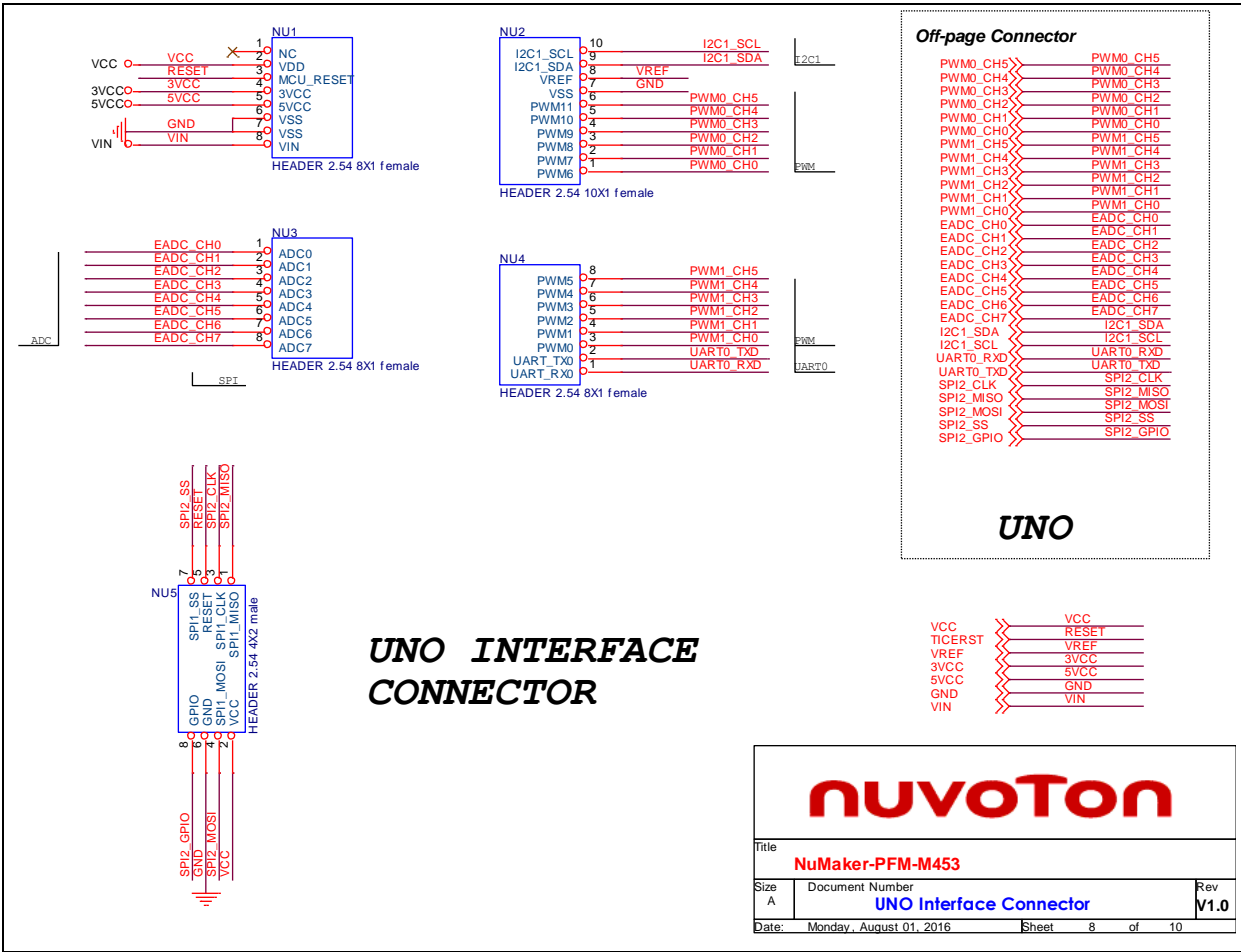


图 4-4 Arduino UNO 兼容接口

## 4.5 复位

图 4-5 所示M453 系列 MCU 的复位电路。

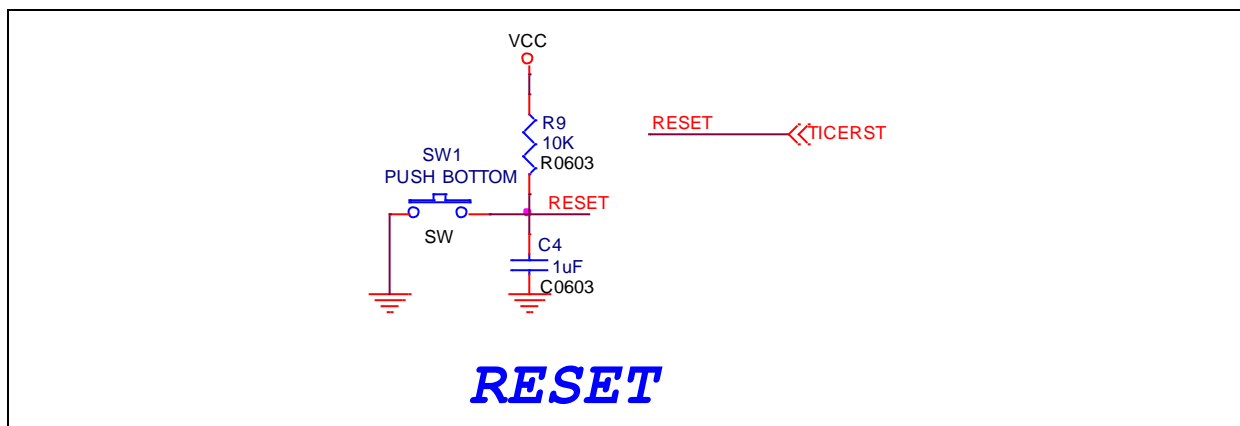


图 4-5 复位电路

## 4.6 晶体

图 4-6 所示M453 系列 MCU 的两个外接晶体电路。

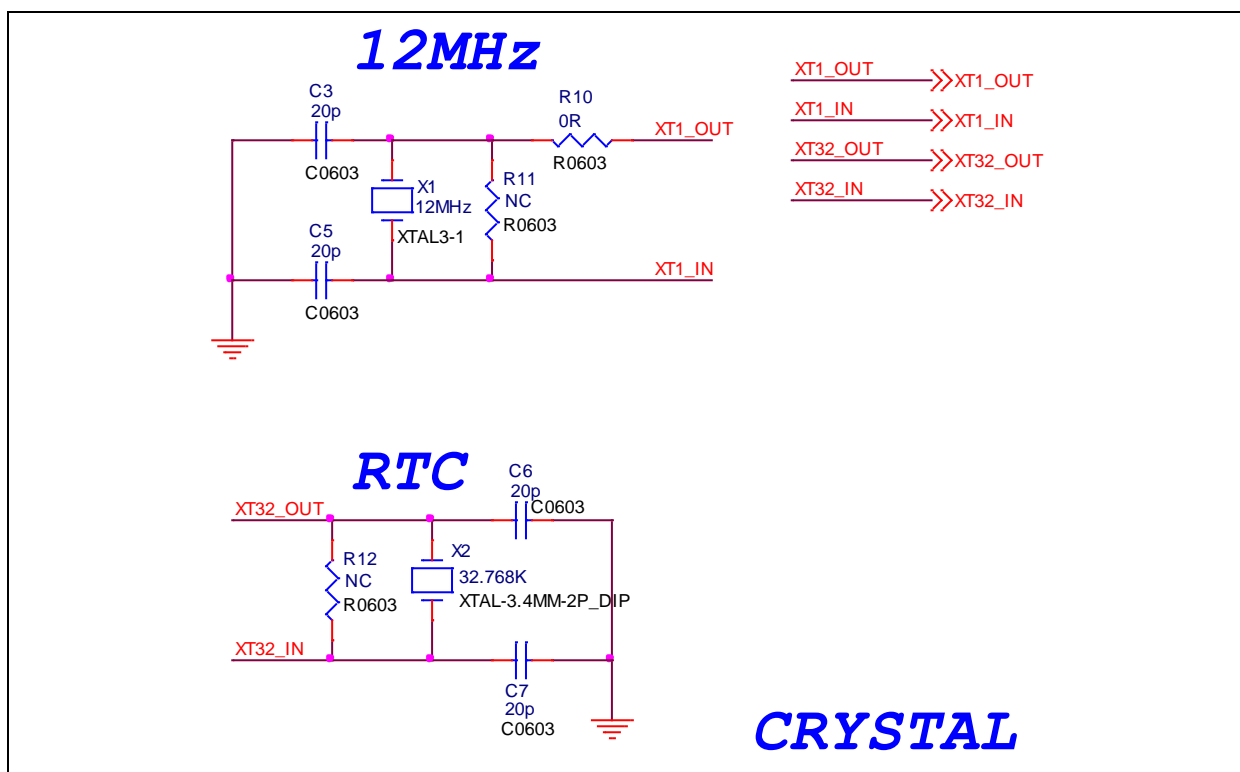


图 4-6 外部晶体电路



## 4.7 电池

图 4-7 所示M453 系列 MCU 的电池电路。

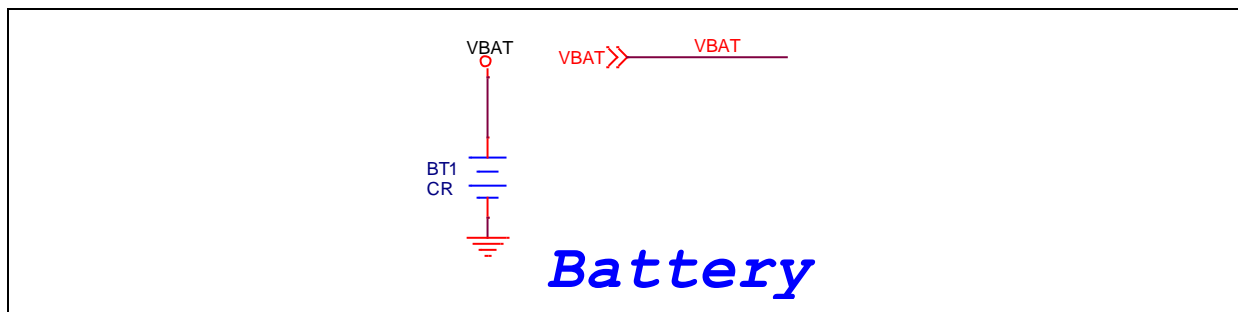


图 4-7 电池电路

## 4.8 LED

图 4-8 所示M453 系列 MCU 的电源 LED 和 GPIO PB.12 管脚控制的 IO LED 电路。

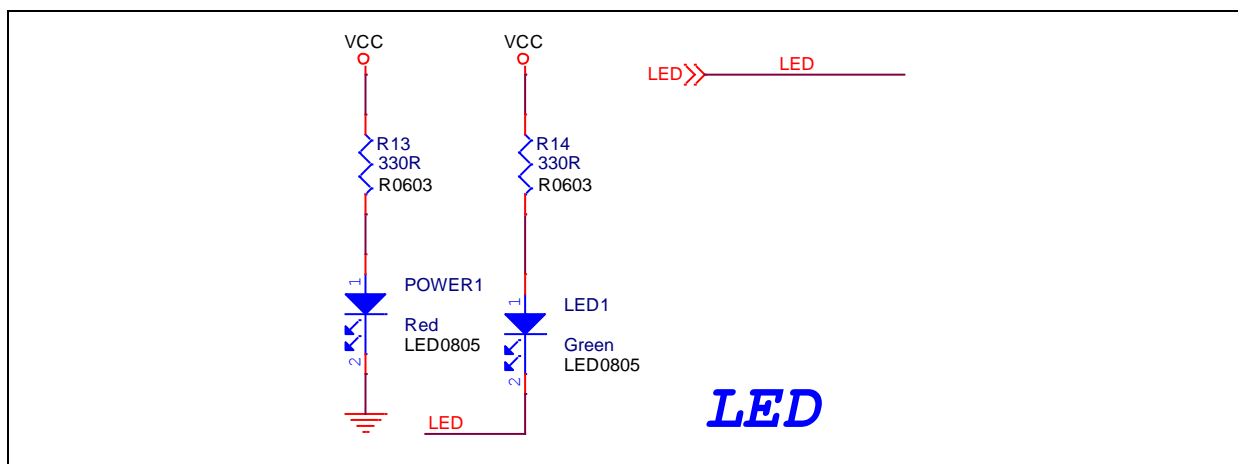


图 4-8 电源 LED 和 IO LED 电路

图 4-9 所示 M453 系列 MCU 的 RGB LED 电路。



图 4-10 M453 系列 MCU 的按键电路。



## 4.11 蜂鸣器

图 4-11 所示M453 系列 MCU 的蜂鸣器电路。

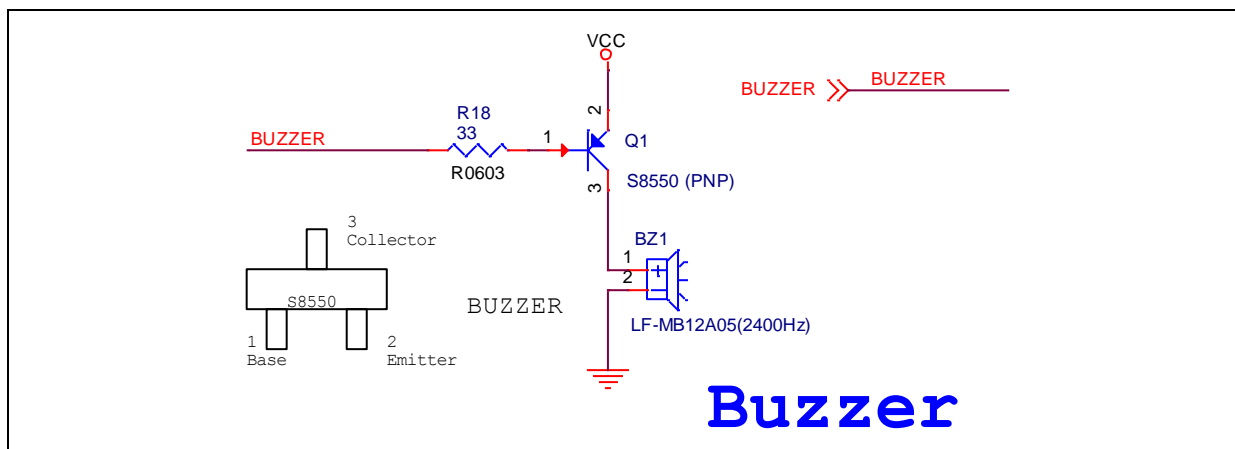


图 4-11 蜂鸣器电路

## 4.12 USB OTG

图 4-12 所示M453 系列 MCU 的 USB OTG 电路。

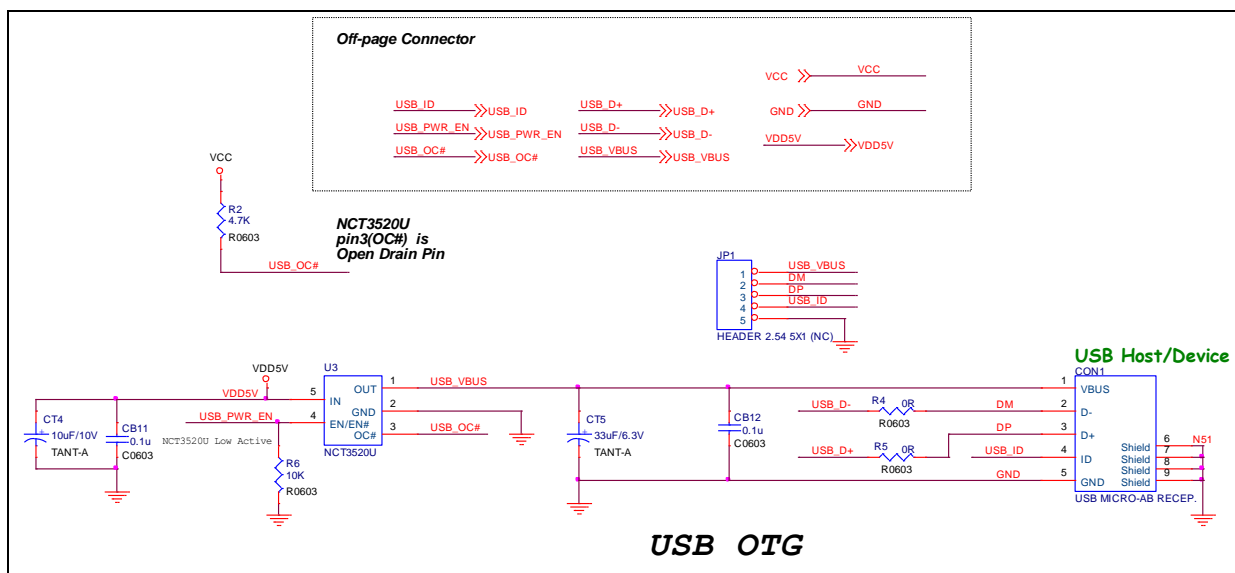


图 4-12 USB OTG 电路

### 4.13 RS-485

图 4-13 所示M453 系列 MCU 的 RS-485 接口电路和连接器。

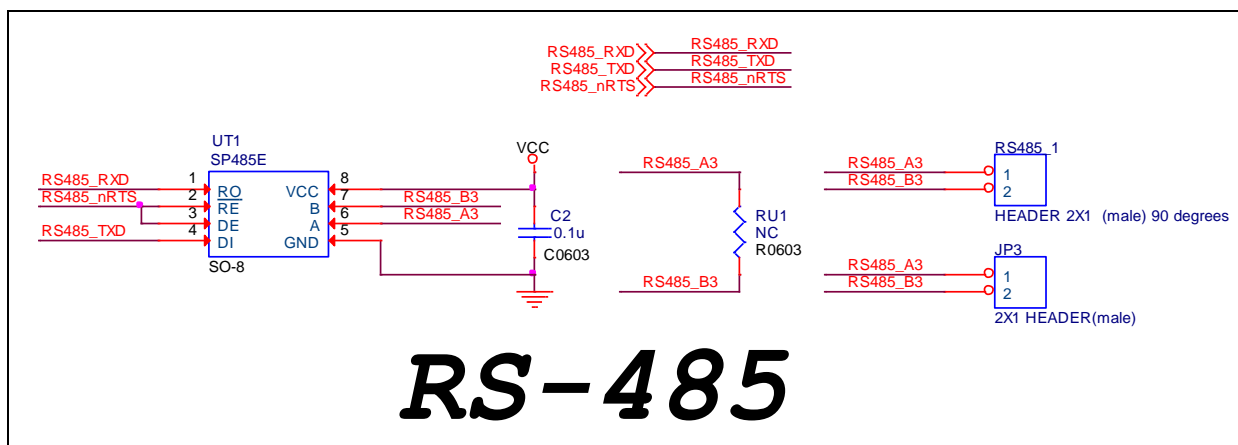


图 4-13 RS-485 电路和连接器

### 4.14 CAN

图 4-14 所示M453 系列 MCU 的 CAN 接口电路和连接器。

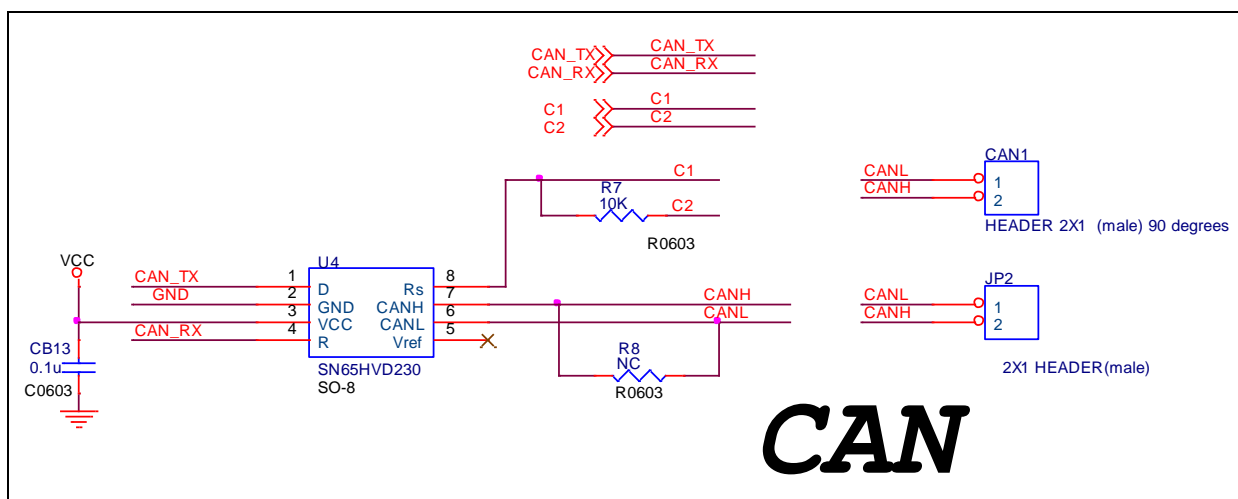


图 4-14 CAN 电路和连接器

## 4.15 24-bit 立体声音频编解码

图 4-15 所示M453 系列 MCU 基于NAU8822L 的音频编解码应用电路。

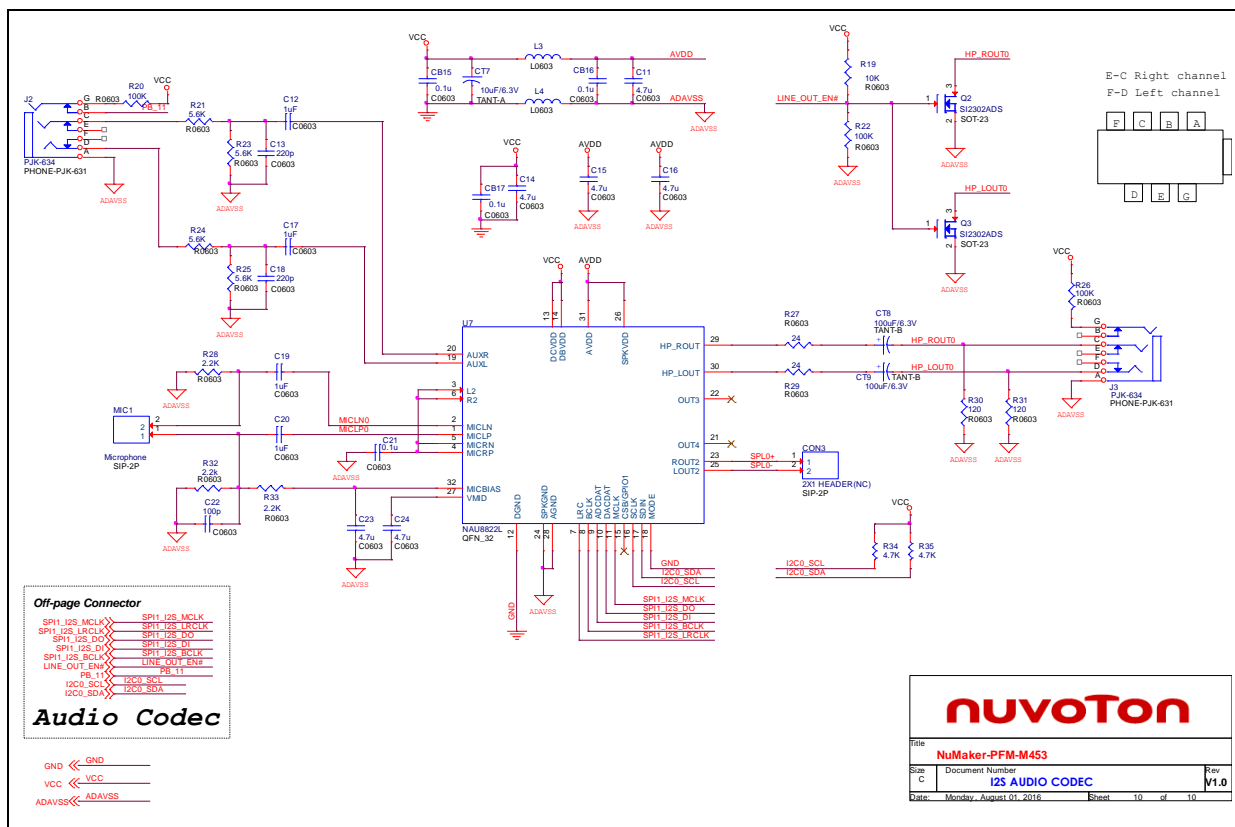


图 4-15 音频编解码电路

## 4.16 MPU6500

图 4-16 所示M453 系列 MCU 的 MPU6500 (3-轴加速器和 3-轴陀螺仪) 电路。

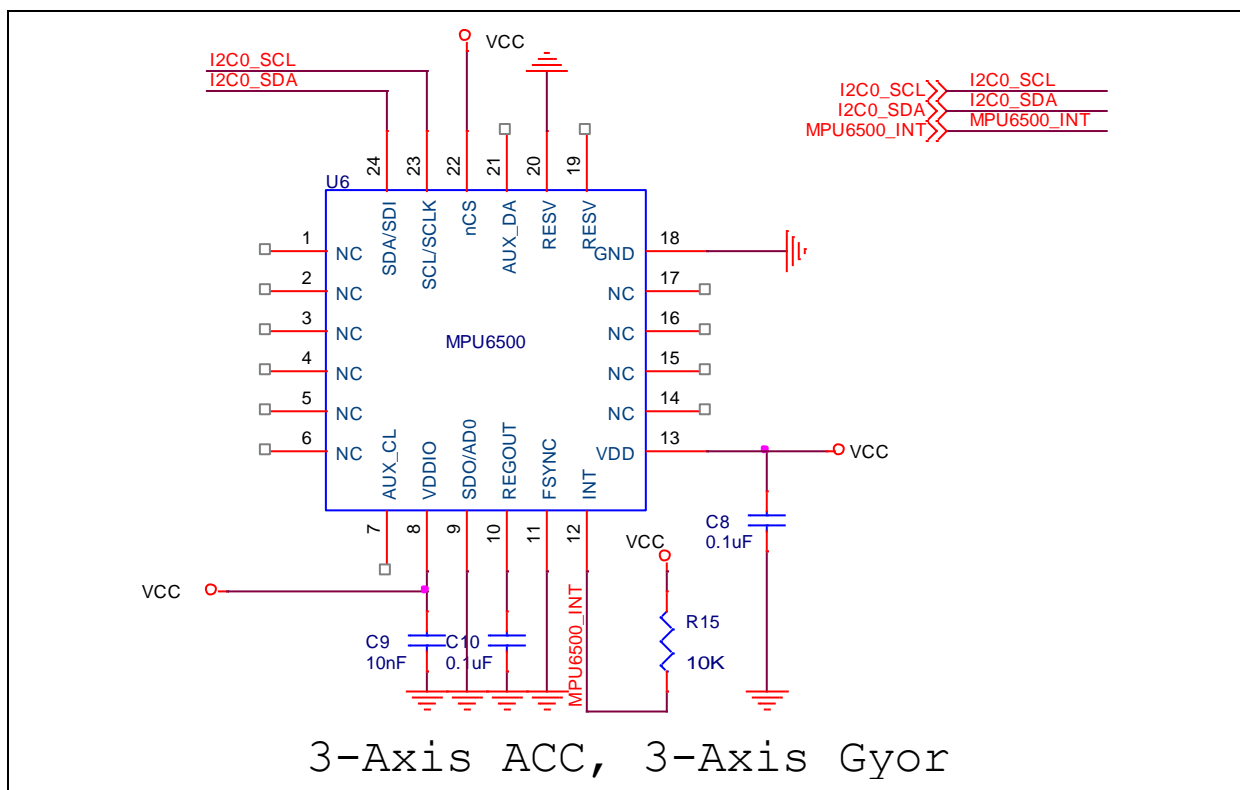


图 4-16 MPU6500 电路

## 5 版本历史

日期	版本	描述
2016.06.17	1.00	1. 初次发布

### Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.

---

*Please note that all data and specifications are subject to change without notice.  
All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.*