



OHTCOM

Technology Ltd.

nRF51822 Application Kit 开发实务

nRF51822

Wearable Devices Primer

前言

Bluetooth 4.0

2010 年 7 月 7 日，蓝牙技术联盟（简称 SIG）推出的新的规范——蓝牙 4.0，其最重要的特性是支持省电特性。它和当前主流的 Bluetooth h2.x+EDR、以及未普及的 Bluetooth h3.0+HS 不同，Bluetooth 4.0 是 Bluetooth 从诞生至今唯一的一个综合协议规范。

蓝牙 4.0 还提出了“低功耗蓝牙”、“经典蓝牙”和“高速蓝牙”三种模式。其中：高速蓝牙主攻数据交换与传输；经典蓝牙则以信息沟通、设备连接为重点；蓝牙低功耗（Bluetooth low energy）顾名思义，以不需占用太多带宽的设备连接为主。BLE 的前身其实是 NOKIA 开发的 Wibree 技术，本是作为一项专为移动设备开发的极低功耗的移动无线通信技术，在被 SIG 接纳并规范化之后重命名为 Bluetooth Low Energy。这三种协议规范还能够互相组合搭配、从而实现更广泛的应用模式，此外，Bluetooth 4.0 还把蓝牙的传输距离提升到 100 米以上(低功耗模式条件下)。

2011 年 11 月 24 日，蓝牙技术联盟(简称 SIG)发布了两种商标：Bluetooth Smart Ready 和 Bluetooth Smart。



Bluetooth Smart Ready 设备包括智能电话、平板电脑、PC、智能电视这些在用户周边设备中充当中心并且要求 Bluetooth v4.0 dual-mode 通讯的智能设备。

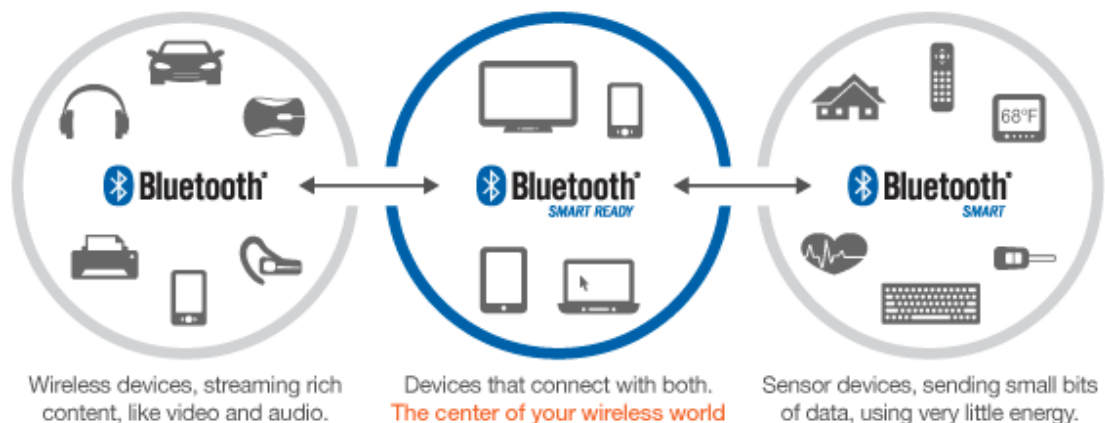


Bluetooth Smart 设备是传感器类型的设备，比如心率计、电子计步器这种以电池供电并用来收集特定信息的设备，通常他们只需要 single-mode low energy Bluetooth v4.0 通讯。

数以亿计的蓝牙设备已经应用到我们的生活中，并且将会一直为我们服务。

下面这张图演示了，Bluetooth Smart Ready 设备如何作为个人无线网中心连接全新的 Bluetooth Smart 设

备和大量存在的现有 Bluetooth 设备。



Bluetooth4.0 低功耗模式有双模和单模两种应用。双模（dual-mode）应用中，蓝牙低功耗（BLE）功能集成在现有的经典蓝牙控制器中，或在现有经典蓝牙技术(2.1+EDR/3.0+HS)芯片上增加低功耗堆栈，整体架构基本不变，因此成本增加有限。单模（single-mode）应用面向高度集成、紧凑的设备，具备轻量级链路层，支持超低功耗的待机模式操作、简单设备恢复、可靠的点对多点数据传输、安全的加密连接等；而链路层则适用于网络连接传感器，并确保在无线传输中，皆能通过蓝牙低功耗传输。

需要注意的是，单模式蓝牙低功耗设备与现有蓝牙设备不能兼容，无法向下兼容(与 3.0/2.1/2.0 无法相通)，仅能支持蓝牙低功耗（BLE）技术；而双模式芯片可同时支持蓝牙低功耗（BLE）和传统蓝牙技术。一般而言，手机和个人电脑等设备将会安装双模式芯片，以便与蓝牙低功耗设备及传统蓝牙设备进行互操作。

你好 Low energy



2010 年 6 月 SIG（蓝牙技术联盟）在 *Bluetooth* v4.0 规范中引入 low energy 技术，使用这项技术可以让一个纽扣电池（coin-cell batteries）供电的 *Bluetooth* Smart 设备工作几个月甚至几年。主要的应用市场有：医疗健康、运动塑身、安全以及智能家居等。

这项技术为开发者或制造商创造了新的市场机遇，并带来了全新的低成本、低功耗的无线连接解决方案。

Bluetooth low energy 的主要特性

- 超低的峰值、平均、休眠功耗
- 长达数年的运行时间（使用纽扣电池供电）
- 更低成本
- 无缝互联
- 更远的传输距离（大于 100 米）

更详细的信息，请参考：<http://www.bluetooth.com/Pages/Tech-Info.aspx>

Bluetooth Low energy 的美好前景



伴随着 [Google Glass](#)，[fitbit Flex](#) 运动手环等智能穿戴设备的面世，以及传言中 Apple 公司的智能手表 iWatch 的不断猜想和曝光，“穿戴式设备”成了当下最火热的名词。

苹果 CEO 库克认为，可佩戴的智能设备开始进入视野，虽然目前发展还不是很成熟，但是个绝好发展的机会，苹果开始大面积注册 iWatch 商标就是苹果战略布局的佐证。同时，微软开始对智能手表项目的测试工作，三星开始公开智能穿戴战略，而 Google 更是从以眼镜设备启动的这个市场。

这个领域中除了苹果，谷歌，三星等国际科技巨头之外，创业公司 fitbit 更是凭借运动健康类的穿戴式设备，获得了超过 4300 万美元的融资，并且估值已经达到 3 亿美元。

2013 年年初，市场调研机构 ABI Research 的研究报告称，可穿戴设备市场预计在接下来五年将能创造 5 亿台销量。

为什么选择 Bluetooth Low energy

低功耗是未来的绝对趋势，蓝牙 4.0 规范加入了低能耗（Bluetooth Low Energy, BLE）技术，其峰值能耗仅为传统蓝牙设备的一半。同时在待机状态下蓝牙模块将会自动进入休眠模式，功耗几乎可以忽略不计（之前的蓝牙不关闭情况下仍然会消耗电量）。

传感器、移动智能设备、大数据与云计算，这种三位一体的发展模式已经越来越清晰。对于用户而言移动智能设备是一切连接的中心，对于穿戴设备开发者来说能够与移动智能设备无缝连接的传感器，就能够通过这个桥梁顺利的与云端连接。

无须置疑，就目前的情况来看 bluetooth low energy 设备将是穿戴式设备（传感器）与移动智能设备互联的最佳技术。



第一章 nRF51822 介绍以及开发环境配置

1. Nordic 公司介绍

Nordic 是挪威半导体设计公司，前身是 VLSI ASA,主要致力于短距离无线通信 IC 设计，公司提供混频电路，模拟电路，数字电路的 IP 设计,和低频短距离 RF IC 的开发。

该公司主要产品有：

| NORDIC 主要产品 | |
|--|--|
| 型号 | 产品系列 |
| nRF401, nRF403, nRF903 | Sub 1-GHz RF Products(Not recommended for new designs) |
| nRF903, nRF9E5 | Sub 1-GHz RF Products |
| nRF2401A,nRF2402, nRF24E01,nRF24E02 | Ultra low power 2.4GHz RF ICs (Not recommended for new designs) |
| nRF24LE1, nRF24LU1+ nRF24L01+ | Ultra low power 2.4GHz RF ICs |
| nRF8001,nRF8002 | μBlue™ Series |
| nRF51422, nRF51822 | Bluetooth® low energy RF ICs nRF51 Series |

2. nRF51822 介绍

nRF51822 是一颗高效能，高度灵活的 2.4GHz 单芯片 SoC。它支持 Bluetooth® low energy 和 2.4GHz ultra low-power 两种无线协议。nRF51822 内建了一颗 32-bit ARM® Cortex™ M0 CPU，带有 256kB flash + 16kB RAM。另外，内建的 2.4GHz 无线收发器不仅支持 Bluetooth low energy，还与 nordic 的 nRF24L 系列芯片无线兼容。

nRF51822 还集成了非常丰富的模拟/数字外设，这些外设可以通过 Programmable Peripheral Interconnect (PPI)系统内部互联而不用通过 CPU。高度灵活的 31-pin GPIO 可以配置成任意一种数字接口，比如 serial interfaces, PWM and quadrature demodulator，为 PCB 布线提供了极大的便利并有效降低 PCB 层数。

nRF51822 支持 S110 Bluetooth low energy protocol stack，同时也支持 2.4GHz 专有协议，比如 Gazell。

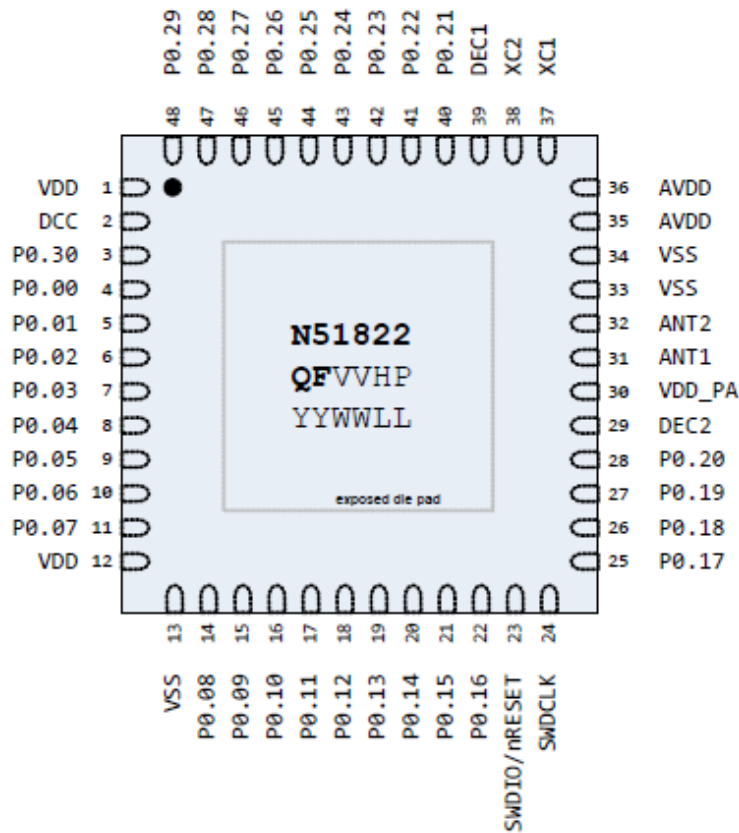
nRF51822 只需要单端供电，并且提供给用户几种选择：片内线性稳压器（LDO），输入电压 1.8-3.6V；外部 1.8V；片内 DCDC buck 转换器，输入电压 2.1-3.6V。DC-DC 转换器可以在系统运行时动态调整，

因此 nRF51822 的无线峰值电流可以降低到 10 mA @ 3V supply (TX @ 0 dBm & RX).

nRF51822 6x6mm 48-pin QFN 和 3.5x3.8mm 64 ball wafer-level chip-scale packages (WLCSP)两种封装。

nRF51822 提供 256k or 128kB 两种 Flash 容量。

1.1 nRF51822 管脚图（QFN48 封装）



1.2 基本应用图（内部 LDO）

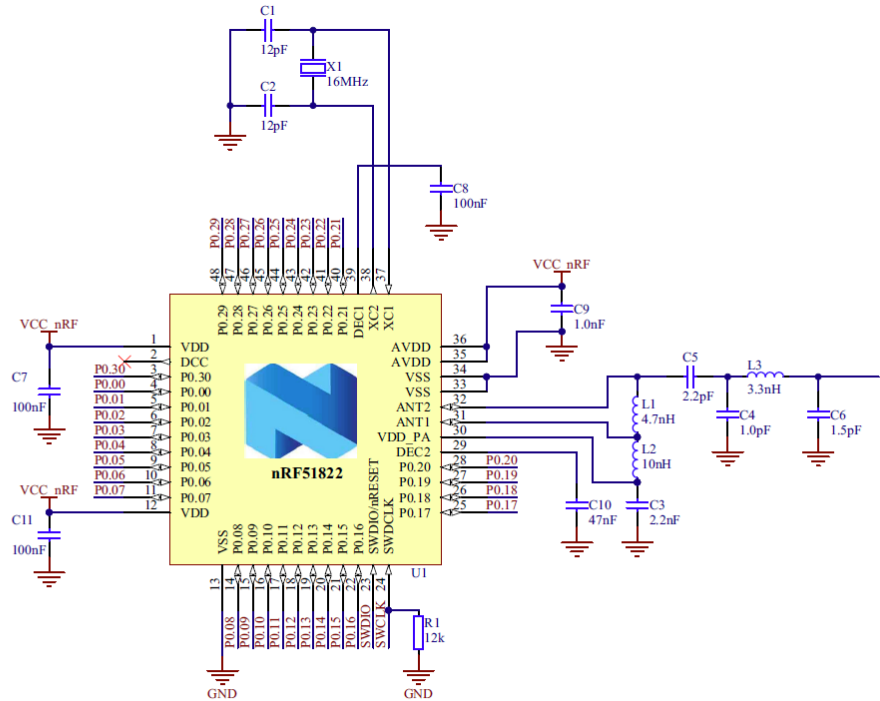


Figure 13 nRF51822 QFN48 with internal LDO regulator

1.3 关键特性

- 2.4 GHz transceiver
- -93 dBm sensitivity in Bluetooth® low energy mode
- 250 kbps, 1 Mbps, 2 Mbps supported data rates
- TX Power -20 to +4 dBm in 4 dB steps
- TX Power -30 dBm Whisper mode
- 13 mA peak RX, 10.5 mA peak TX (0 dBm)
- RSSI (1 dB resolution)
- ARM® Cortex™-M0 32 bit processor
- 275 μ A/MHz running from flash memory
- 150 μ A/MHz running from RAM
- Serial Wire Debug (SWD)
- S100 series SoftDevice ready
- Memory
- 256 kB or 128 kB embedded flash program memory
- 16 kB RAM
- Support for non-concurrent multiprotocol operation

- On-air compatibility with nRF24L series
- Flexible Power Management
- Supply voltage range 1.8 V to 3.6 V
- 2.5 μ s wake-up using 16 MHz RCOSC
- 0.4 μ A @ 3 V OFF mode
- 0.5 μ A @ 3 V in OFF mode + 1 region RAM retention
- 2.3 μ A @ 3 V ON mode, all blocks IDLE
 - 8/9/10 bit ADC - 8 configurable channels
 - 31 General Purpose I/O Pins
 - One 32 bit and two 16 bit timers with counter mode
 - SPI Master
 - Two-wire Master (I2C compatible)
 - UART (CTS/RTS)
 - CPU independent Programmable Peripheral Interconnect(PPI)
 - Quadrature Decoder (QDEC)
 - AES HW encryption
 - Real Timer Counter (RTC)
 - Package variants
 - QFN48 package, 6 x 6 mm
- WLCSP package, 3.50 x 3.83 mm

1.4 主要应用

- Computer peripherals and I/O devices
 - Mouse
 - Keyboard
 - Multi-touch trackpad
 - Interactive entertainment devices
 - Remote control
 - 3D Glasses
 - Gaming controller
 - Personal Area Networks
 - Health/fitness sensor and monitor devices
 - Medical devices
 - Key-fobs + wrist watch
- Remote control toys

3. 与其他 SoC 方案功耗对比

| 项目 | CC254x | nRF51822 | CSR1010 |
|------------------|-------------|----------------|----------------|
| 最高输出功率 | 0 dBm | 4 dBm | 7.5dBm |
| 接收器灵敏度 | - 94 dBm | -93 dBm | -93 dBm |
| 工作模式 RX 低至 | 17.9 mA | 13 mA | 16mA |
| 工作模式 TX (0 dBm): | 18.2 mA | 10.5 mA | 16mA |
| 电源电压范围 | 2 V – 3.6 V | 1.8 V to 3.6 V | 1.8 V to 3.6 V |
| 封装 | 6 x 6 mm | 6 x 6 mm | 5 x 5 mm |

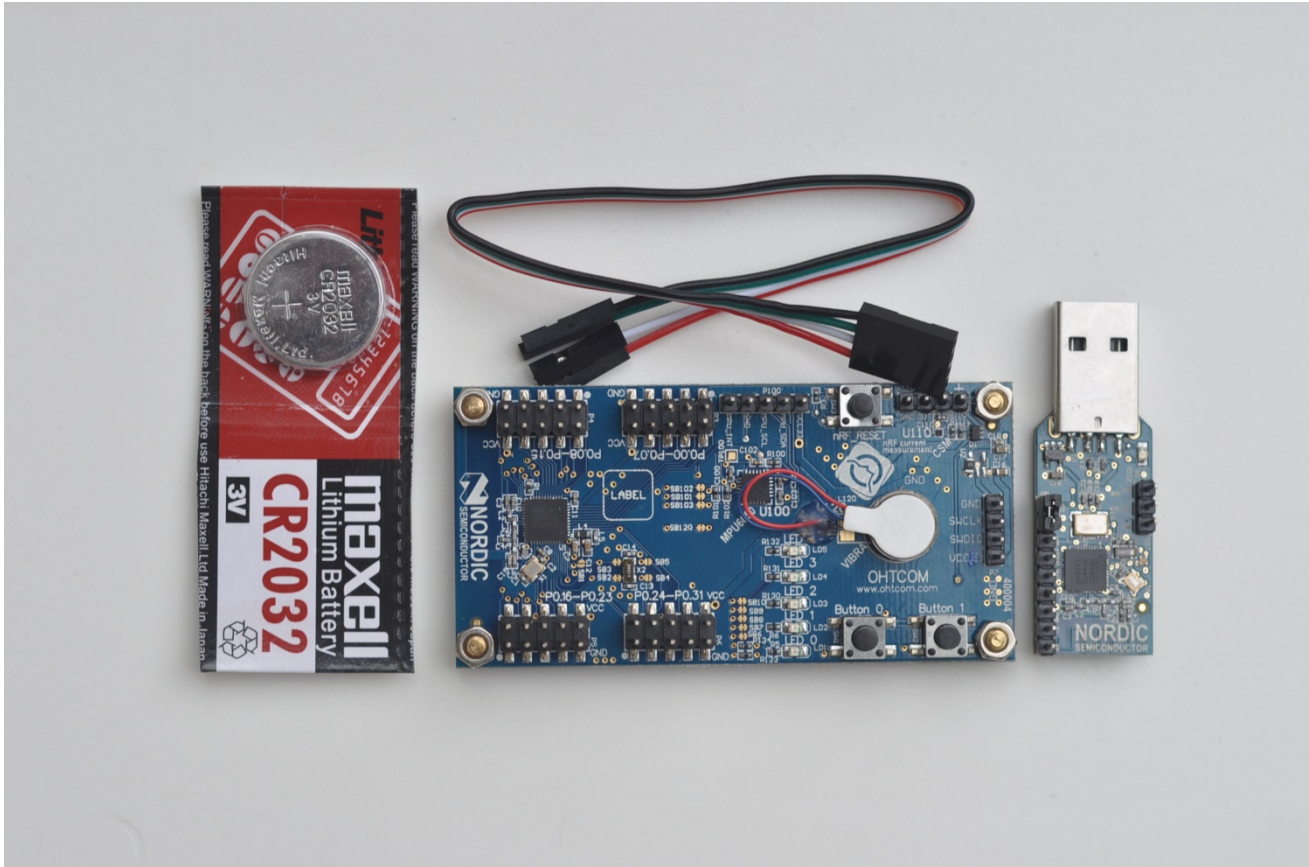
注：自己理解，仅供参考

4. 开发环境配置

a) 最小系统要求

- i. nRFgo Studio v1.14 或更高版本
- ii. Windows XP or Windows 7
- iii. Keil MDK-ARM Lite v4.54 或更高版本 <https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm>
- iv. J-Link Software v4.52b 或更高版本 <http://www.segger.com/jlink-software.html>

b) nRF51822 Application Kit + USB Dongle 硬件



c) 可下载的资源

nRF51822 Application Kit 包括固件程序，文档，硬件原理图等。需要索取资料者，请发邮件到

nrf51822-ak@googlegroups.com 索取。

i. nRF51822 软件

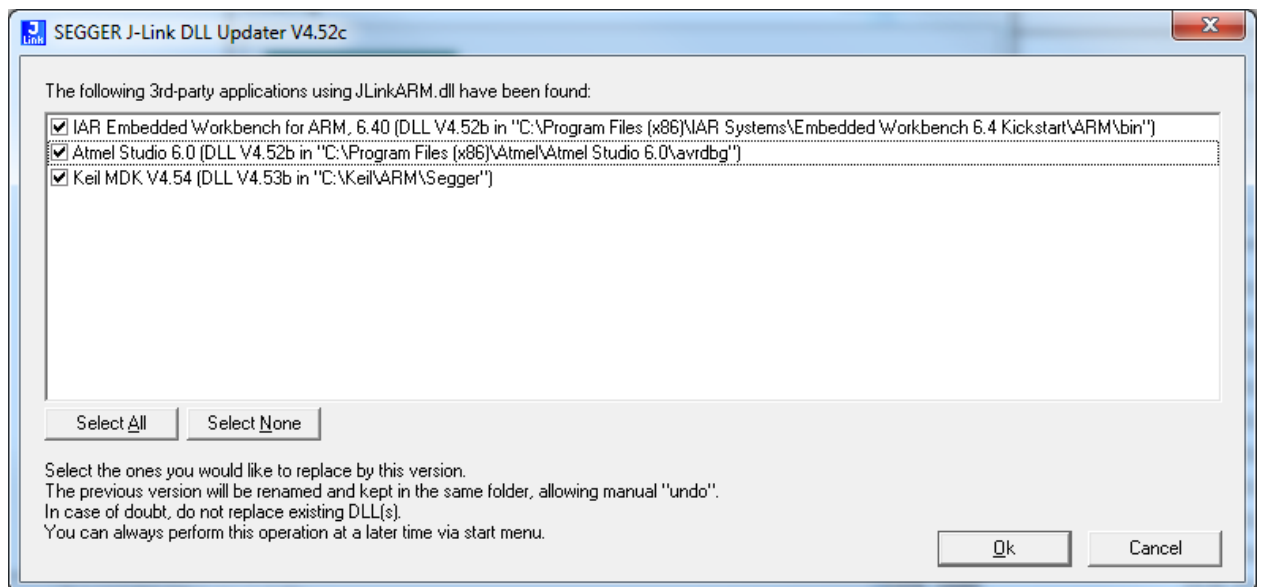
- nRFgo Studio
- nRF51 Software Development Kit (SDK)
 - 预编译好的 HEX 文件
 - 源代码
 - Keil ARM 工程文件
- S110 nRF51822 SoftDevice (蓝牙协议栈)
- S110 SoftDevice 下载工具

ii. nRF51822 文档

- *nRF51822 Application Kit User Guide*
- *nRF51 Series Reference Manual*
- *nRF51822 PS*
- *S110 nRF51822 SoftDevice Specification*
- *nRF51822 PAN*

d) 注册, 下载, 和安装

1. 如果你已经安装了 Keil MDK-ARM Lite 请跳到第 2 步。否则, 请下载并安装 Keil MDK-ARM Lite 。 <https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm> Keil 会安装到 **c:\Keil** , 除非你修改了安装路径。
2. 下载并安装 J-Link for Windows <http://www.segger.com/jlink-software.html> 可以使用 518002693 这个 serial number 来下载程序。.
3. 在安装过程中, 请准确选择需要支持的 IDE, 之后才会正确的更新相应的 SEGGERDLLs。选择 **Keil MDK** 和其他你想要 SEGGER 支持的 IDE。

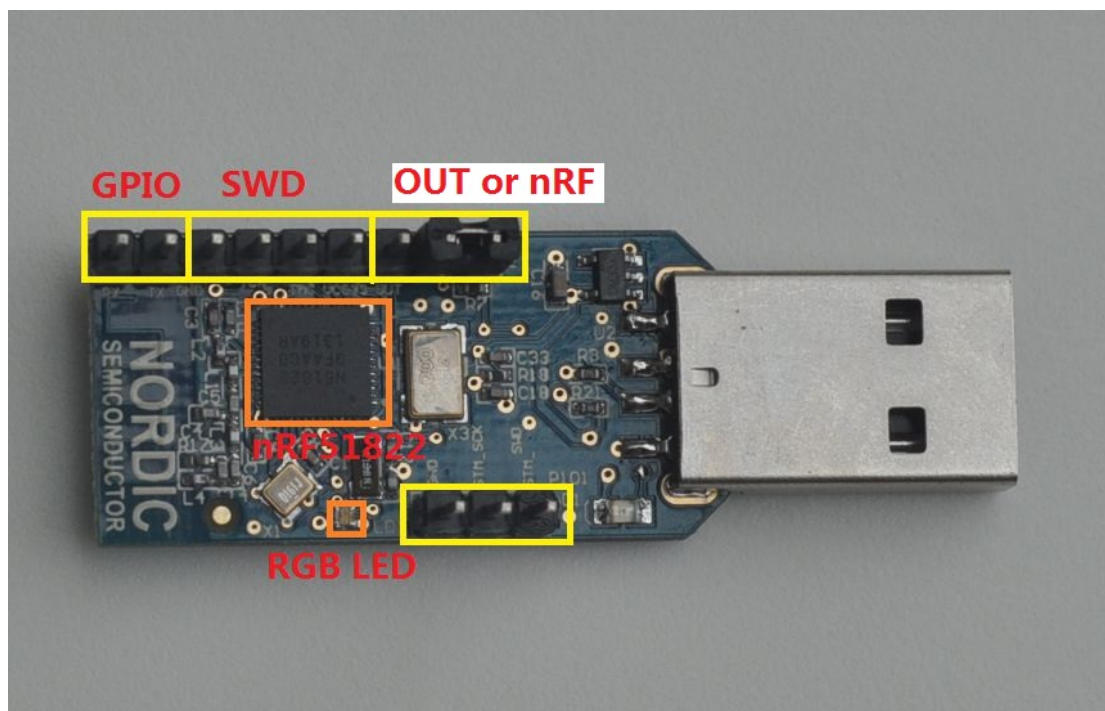


4. 如果你使用的是 Keil v4.54, 请登录:
http://www.segger.com/IDE_Integration_Keil.html#knownproblems. 下载 JL2CM3 并把它 copy 到 <keil>/ARM/Segger。这个补丁可以使 SEGGER 能够正常调试程序。
5. 发送邮件到 nf51822-ak@googlegroups.com 索取资料。
6. 下载并安装 nRF51 SDK, 并确保选择了 **Keil MDK-ARM** 安装选项。

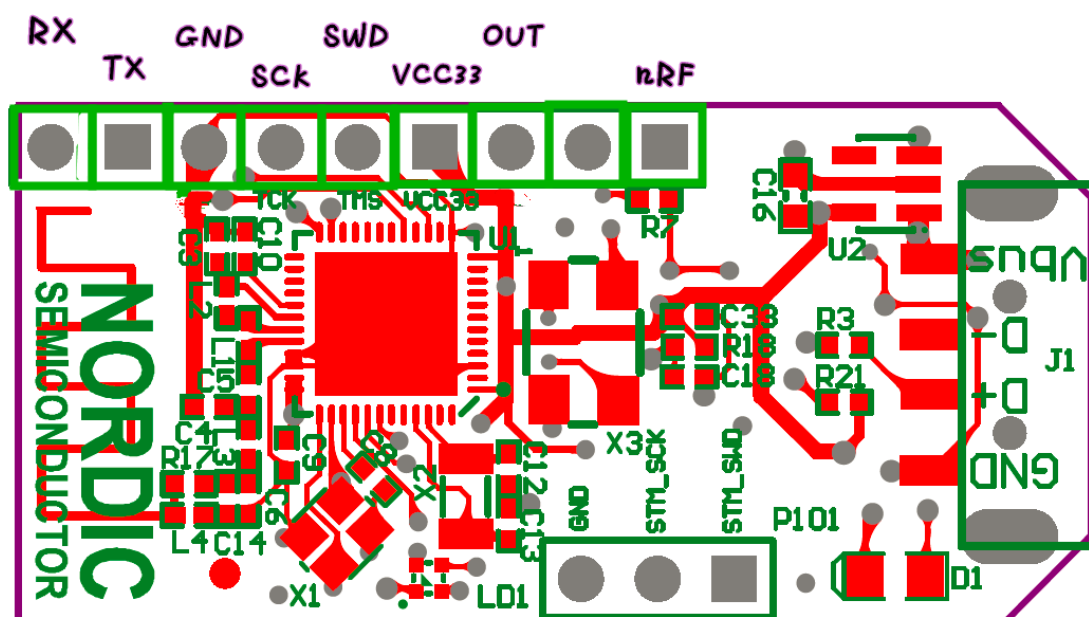


e) 硬件连接

推荐使用 nRF51822 USB Dongle 对 nRF51822 Ak 开发板供电及调试。USB Dongle 见下图：



接线说明请看：





最终连接效果:

