
利用 **Curiosity** 开发板向智能设备 **BLE** 客户端传输天气数据

简介

本应用笔记演示使用蓝牙低功耗（Bluetooth® Low Energy, BLE）模块将温度、压力和相对湿度读数传输到智能设备上运行的应用程序中。主机 MCU（PIC32MZ2048EFM100 或 PIC32MX470F512H）经由 UART 与 BLE2 click board 交互，并经由 I²C 接口与 Weather click board 交互。BLE2 click board 使用 RN4020 模块，Weather click board 具有 BME280 模块。可使用 Microchip 蓝牙数据应用程序在 Android™ 平台上查看天气数据。

此演示可在 Curiosity PIC32MZ EF 开发板或 Curiosity PIC32MX470 开发板上运行。

要查看各种 Curiosity 板的功能，请参考以下用户指南：

- [PIC32MZ EF Curiosity Development Board User's Guide](#)（DS70005282）
- [PIC32MX470 Curiosity Development Board User's Guide](#)（DS70005283）

目录

简介.....	1
1. 所需工具和应用程序.....	3
2. 编译应用程序.....	4
3. 配置硬件.....	6
4. 运行演示.....	8
Microchip 网站.....	20
变更通知客户服务.....	20
客户支持.....	20
Microchip 器件代码保护功能.....	20
法律声明.....	21
商标.....	21
DNV 认证的质量管理体系.....	22
全球销售及服务网点.....	23

1. 所需工具和应用程序

运行 BLE Weather click board 演示需要以下 Microchip 开发工具：

- 该演示可在 Curiosity PIC32MZ EF 开发板（[DM320104](#)，可从 [Microchip Direct](#) 购买）或 Curiosity PIC32MX470 开发板（[DM320103](#)，可从 [Microchip Direct](#) 购买）上运行。
- 下载并安装最新版本的 [MPLAB® X 集成开发环境（IDE）](#)
- 下载并安装最新版本的 [MPLAB XC32 C/C++编译器](#)
- （可选）下载并安装最新版本的 [MPLAB Harmony 集成软件框架](#)

注：

1. 使用 MPLAB Harmony 集成软件框架将扩展此项目的功能，方法是向项目添加新模块、软件框架和库。
2. 此应用程序项目基于以下工具开发
 - MPLAB X IDE v4.05
 - MPLAB XC32 C 编译器 v1.44
 - MPLAB Harmony v2.05
 - MPLAB X IDE 插件：MPLAB Harmony 配置器（MHC）v2.0.5.2

使用来自 MikroElektronika 的以下 click board：

- BLE2 click board（[MIKROE-1715](#)）
- Weather click board（[MIKROE-1978](#)）

以下应用程序用于智能设备：

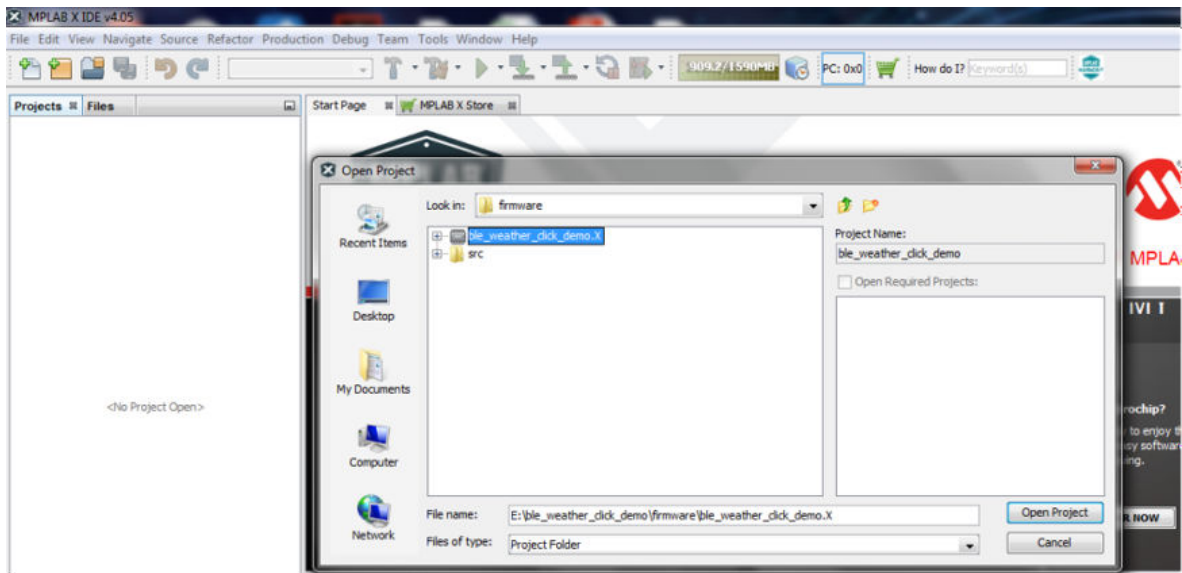
- 对于 Android 设备：[Microchip 蓝牙数据应用程序](#)

2. 编译应用程序

以下步骤用于编译应用程序：

1. 下载 ble_weather_click_demo 项目。这些演示连同相关文档可从网页 [Curiosity PIC32MZEF Development Board](#)（Curiosity PIC32MZEF 开发板）和 [Curiosity PIC32MX470 Development Board](#)（Curiosity PIC32MX470 开发板）的 *Curiosity Demo Examples*（Curiosity 演示示例）选项卡下获取。
2. 使用 MPLAB X IDE 编译项目的方法为：选择 **File**（文件）> **Open Project**（打开项目）并选择 ble_weather_click_demo.X 项目，该项目位于<project_path>/ble_weather_click_demo/firmware 路径下，如下图所示。

图 2-1. 打开天气演示项目



3. 该项目具有两个配置。根据选定的开发板，选择相应配置，如下图所示。

图 2-2. 选择硬件配置

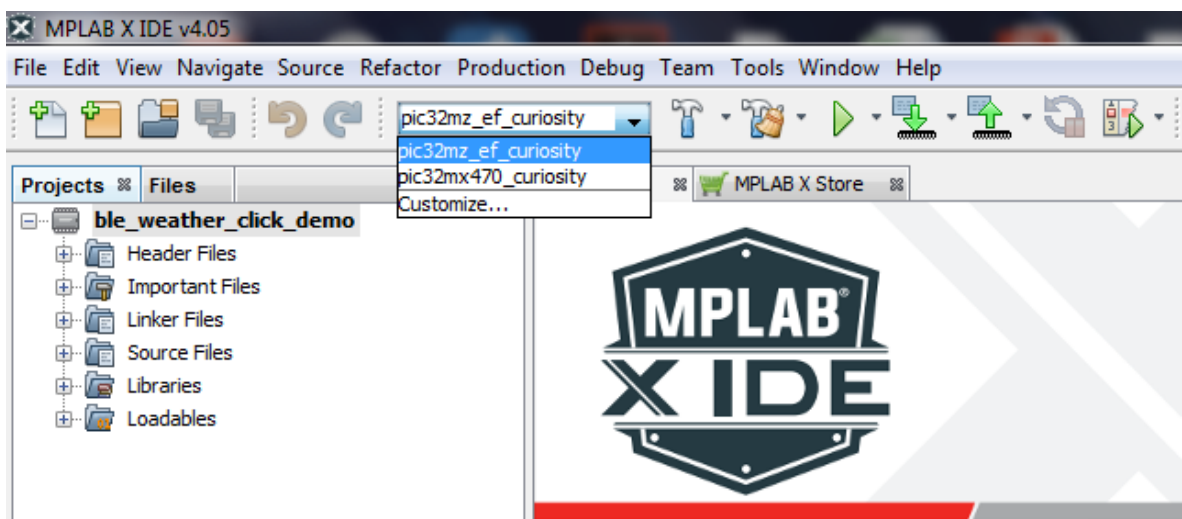


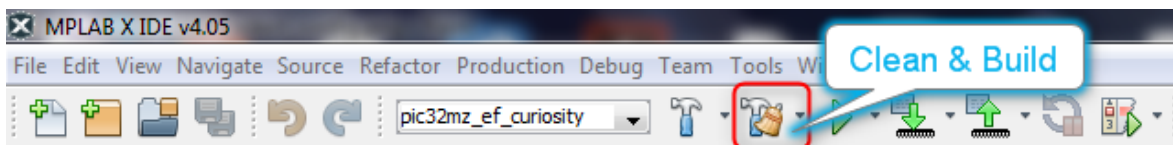
表 2-1. 支持的配置

开发板	配置名称	说明
PIC32MZ2048EFM100	pic32mz_ef_curiosity	设置 MPLAB X IDE 以使用 PIC32MZ2048EFM100 单片机在 PIC32MZ EF Curiosity 开发板上编译和运行演示应用程序。配置 UART 驱动程序以使用 UART1 外设实例（115200 波特、8 位、无奇偶校验位和 1 个停止位）。配置 I ² C 驱动程序以使用 I ² C2 外设实例（25 kHz 时钟）。
PIC32MX470F512H	pic32mx470_curiosity	设置 MPLAB X IDE 以使用 PIC32MX470F512H 单片机在 PIC32MX470 Curiosity 开发板上编译和运行演示应用程序。配置 UART 驱动程序以使用 UART1 外设实例（115200 波特、8 位、无奇偶校验位和 1 个停止位）。配置 I ² C 驱动程序以使用 I ² C2 外设实例（25 kHz 时钟）。

编译项目

1. 单击 **Clean and Build** (清除并编译) 图标以清除并编译项目，如下图所示。

图 2-3. 清除并编译项目



2. 检查位于 MPLAB X IDE 底部的编译日志，如下图所示。

图 2-4. 编译日志



注:

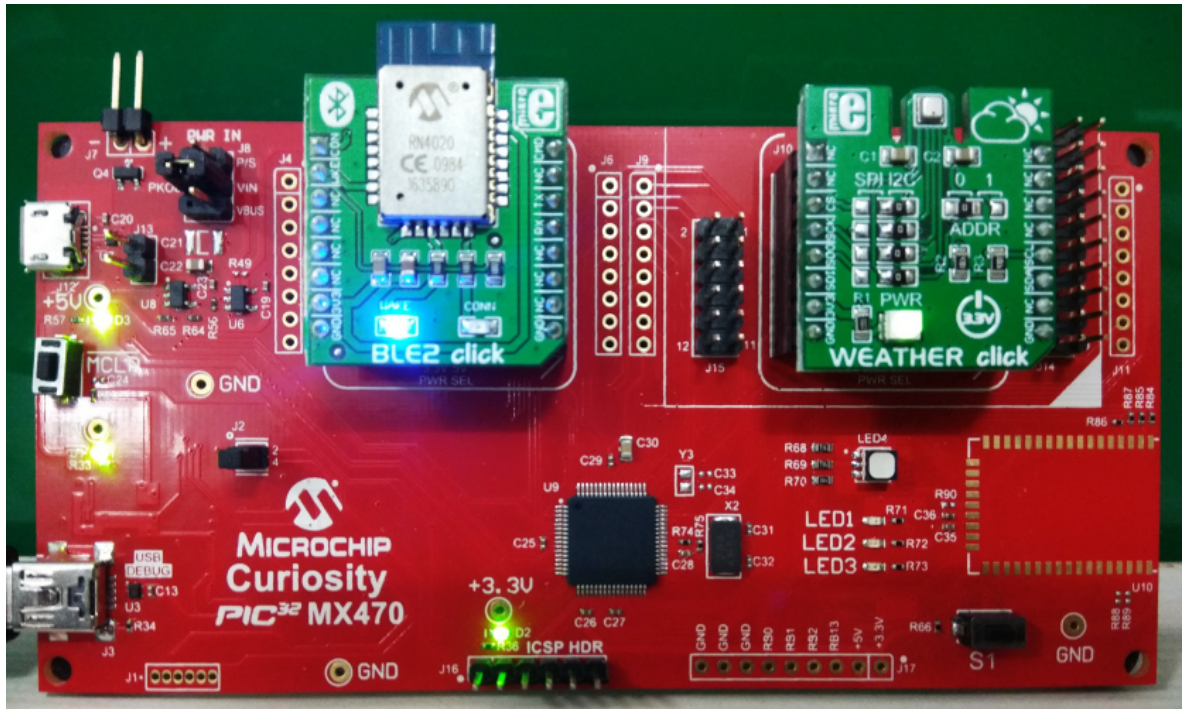
由于路径长度限制，在 Windows® 计算机上编译项目往往不成功。Windows 操作系统的最大路径长度为 260 个字符。此限制导致在尝试编译时文件路径被截断，致使编译器找不到文件。可以尝试将项目置于目录顶层，通常为 c:/。有关更多信息，可访问 [Microsoft Developer Network 站点](#) 中的 Maximum Path Length Limitation（路径长度上限）部分中的 Naming Files（命名文件）、Paths（路径）和 Namespaces（名称空间）。

3. 配置硬件

使用以下步骤为演示配置硬件：

1. 在 mikroBUS™ J5 插槽上安装 BLE2 click board。
2. 在 mikroBUS J10 插槽上安装 Weather click board。

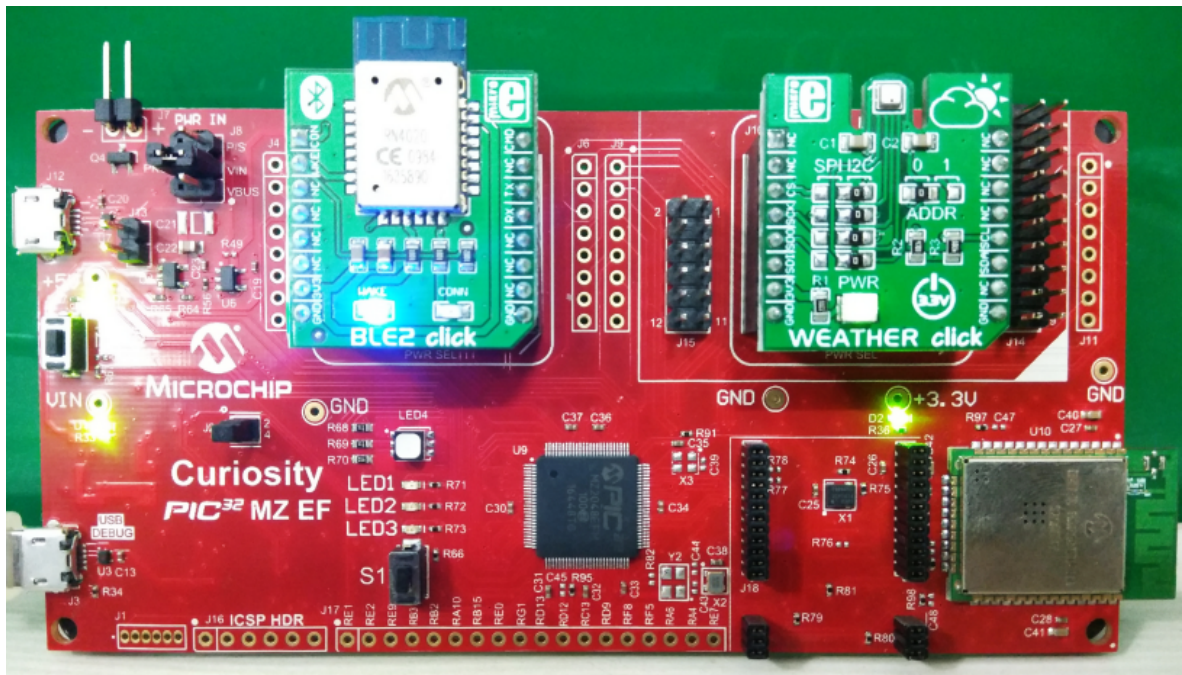
图 3-1. Curiosity PIC32MX470 开发板



3. 通过连接到 Mini-B 端口（J3）的 A 型公口转 Mini-B USB 电缆，从主机计算机为 Curiosity PIC32MX470 开发板供电。电缆不随工具包提供。确保跳线位于 J8 连接器中，位于 4 和 3 之间，以从 USB 调试连接器选择电源。

注： 对于 Curiosity PIC32MX470 开发板，确认安装在 mikroBUS J10 插槽的 SCL2 和 SDA2 线路上的串联电阻（R61 和 R63）的值为零欧姆。否则将电阻 R61 和 R63 替换为零欧姆电阻。

图 3-2. Curiosity PIC32MZ EF 开发板



4. 通过连接到 Mini-B 端口 (J3) 的 A 型公口转 Mini-B USB 电缆, 从主机计算机为 Curiosity PIC32MZ EF 开发板供电。电缆不随工具包提供。确保跳线位于 J8 连接器中, 位于 4 和 3 之间, 以从 USB 调试连接器选择电源。

有关硬件配置和功能的更多信息, 请参考以下用户指南:

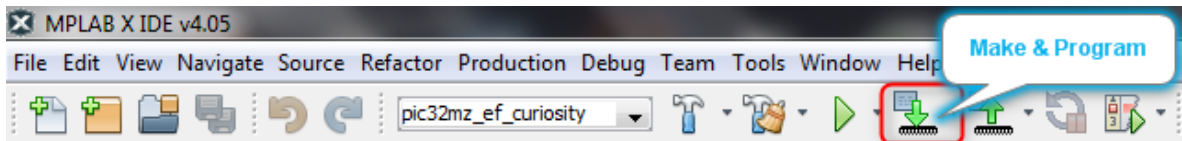
- [PIC32MZ EF Curiosity Development Board User's Guide \(DS70005282\)](#)
- [PIC32MX470 Curiosity Development Board User's Guide \(DS70005283\)](#)

4. 运行演示

此应用程序演示使用 BLE 模块向智能设备上运行的 BLE 客户端应用程序传输天气数据。以下步骤用于运行演示：

1. 打开 MPLAB X IDE 中的项目并根据使用的开发板来选择 pic32mx470_curiosity 或 pic32mz_ef_curiosity 配置。
2. 单击 Make and Program（执行 Make 并编程）图标编译代码并对器件编程，如下图所示。

图 4-1. 编译代码并对器件编程



3. 上电后，BLE 模块处于工作模式并启动通知，由唤醒 LED 变为蓝色来指示，如下图所示。

图 4-2. PIC32MZ EF 的 BLE 模块处于工作模式

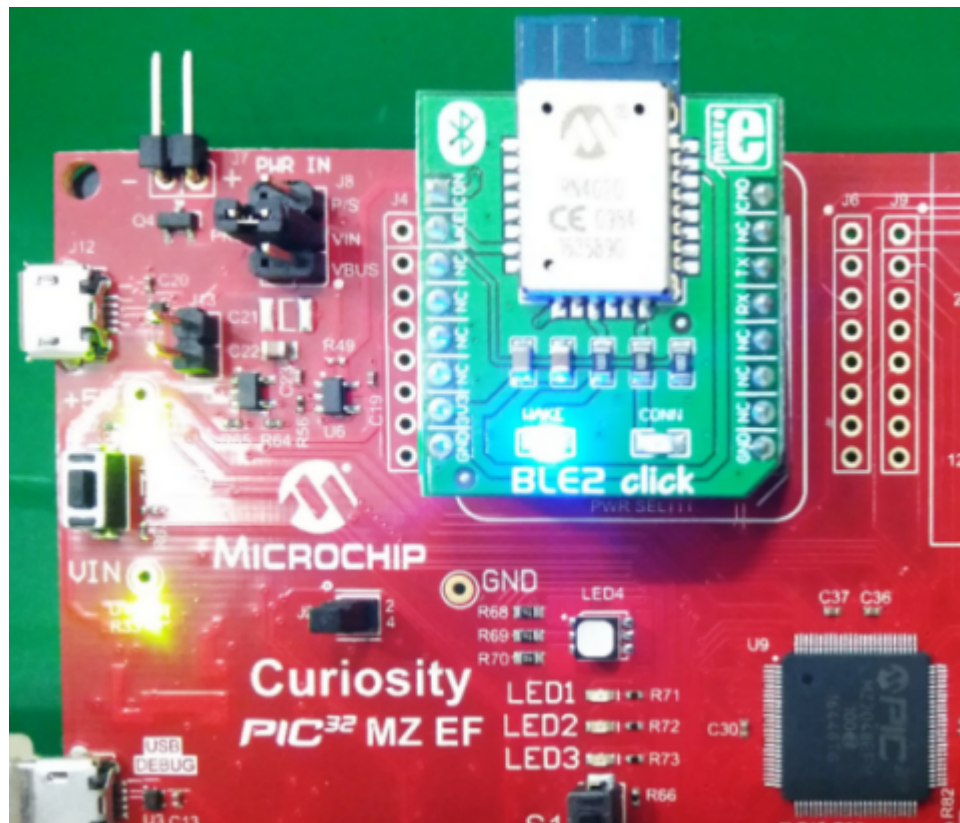
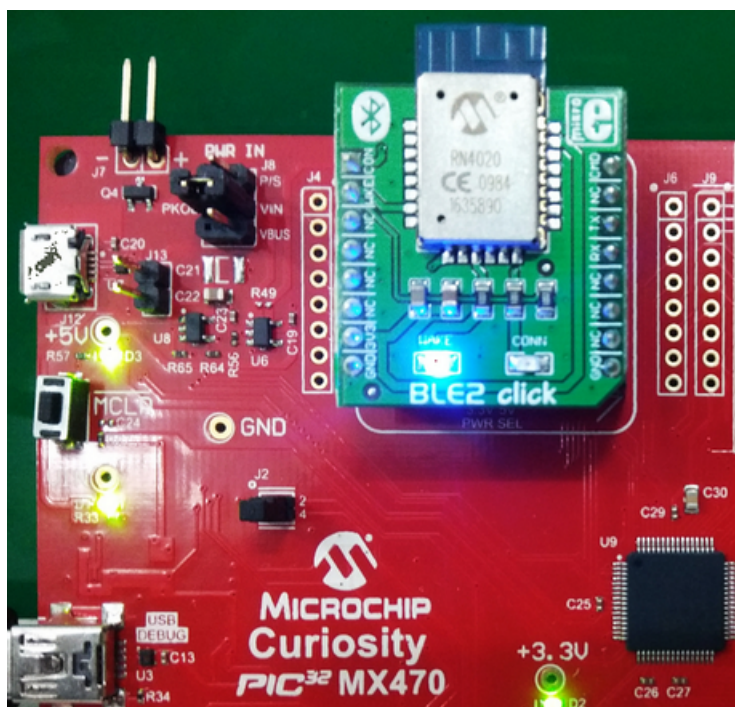
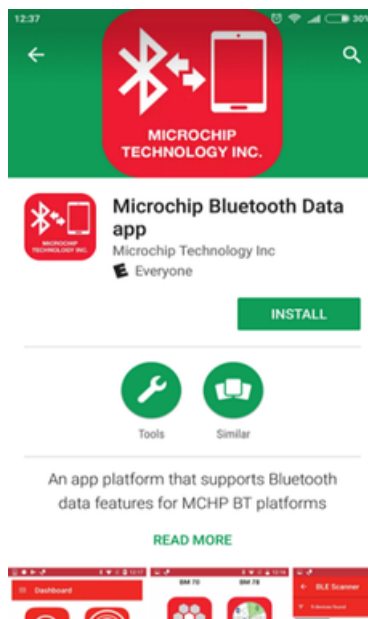


图 4-3. PIC32MX470 的 BLE 模块处于工作模式



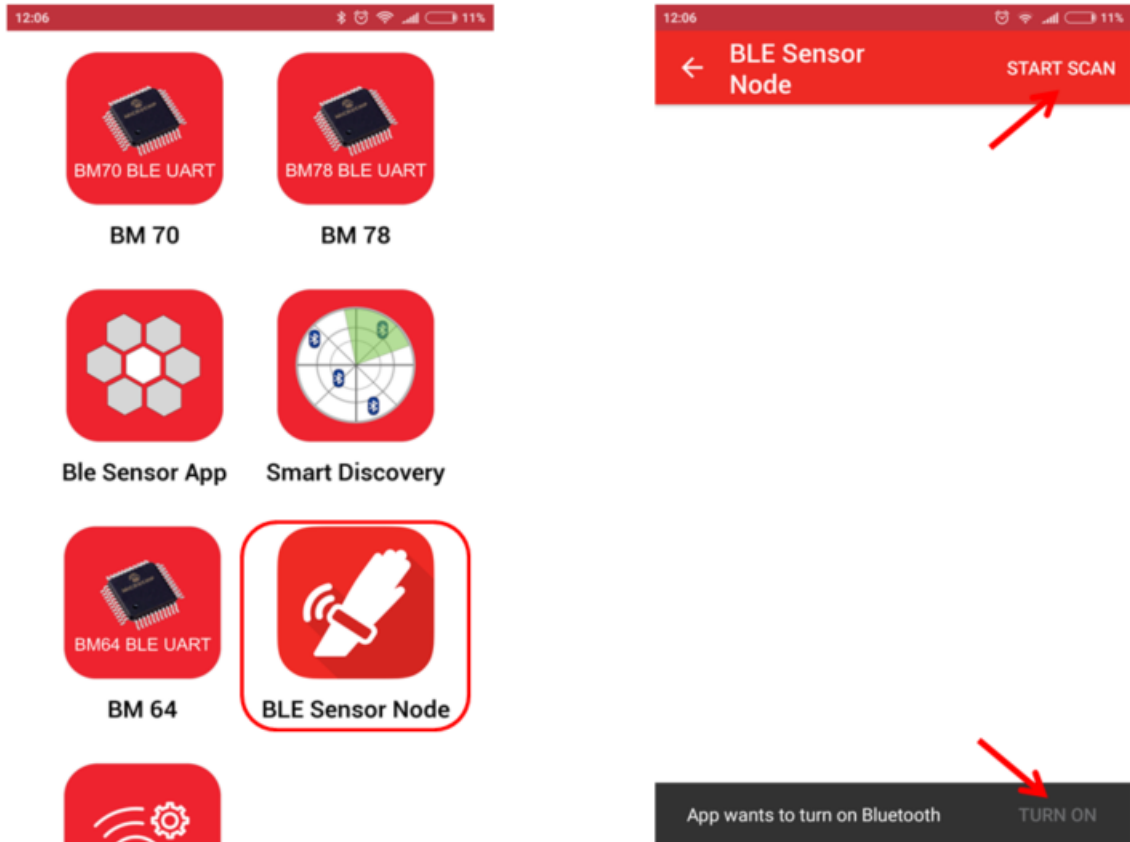
4. 在基于 Android 的智能设备上从 Android™ Play Store 下载并安装 *Microchip Bluetooth Data App*，如下图所示。

图 4-4. Microchip Bluetooth Data App



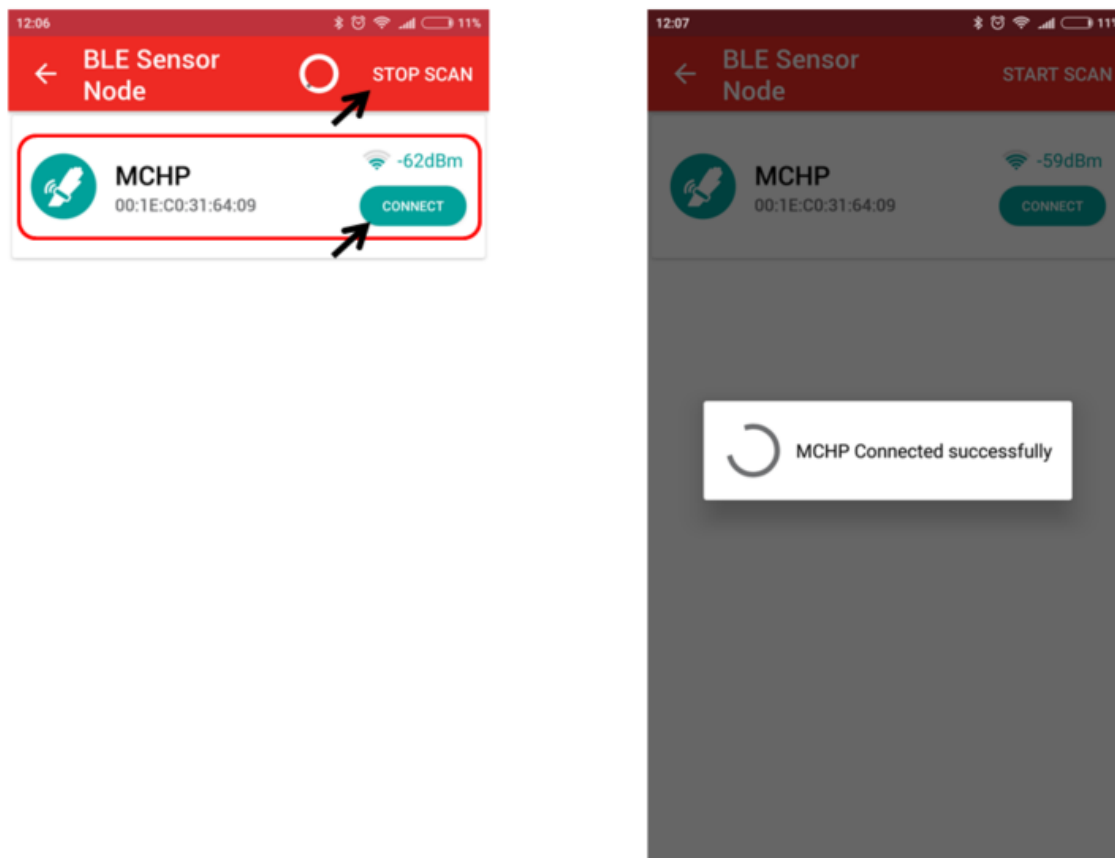
5. 打开智能设备上的 Microchip Bluetooth Data (MBD) 应用程序并点击仪表盘上的 *BLE Sensor Node* (BLE 传感器节点) 图标，如下图所示。如果出现提示，允许应用程序打开智能设备的蓝牙功能。

图 4-5. 启动 BLE 传感器节点并扫描 BLE 设备



6. 点击 **START SCAN**（启动扫描）扫描蓝牙设备（请参考前一个图）。在找到的蓝牙设备列表中，RN4020 设备应显示为 **MCHP**。停止扫描并连接 **MCHP** BLE 设备，如下图所示。此操作将在 MBD BLE 应用程序（作为 BLE 客户端）和 RN4020 BLE 设备（作为 BLE 服务器）之间建立连接。

图 4-6. 选择 Microchip BLE 设备



7. 连接设备后，BLE2 click board 上的 CONN LED 将变为绿色，如下图所示。

图 4-7. Curiosity PIC32MZ EF 开发板的 BLE2 上的 CONN LED

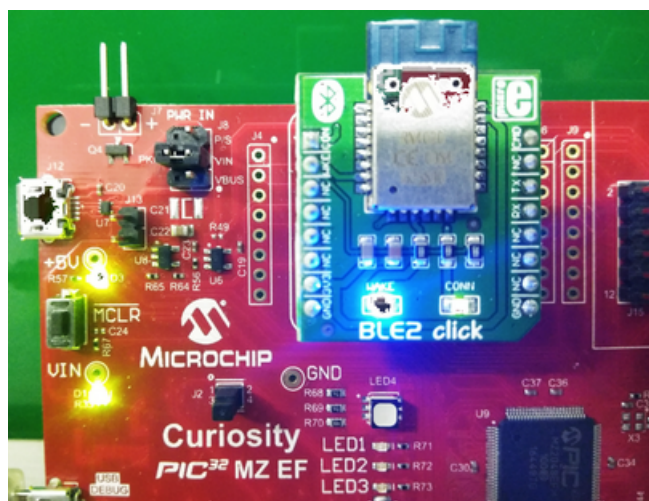
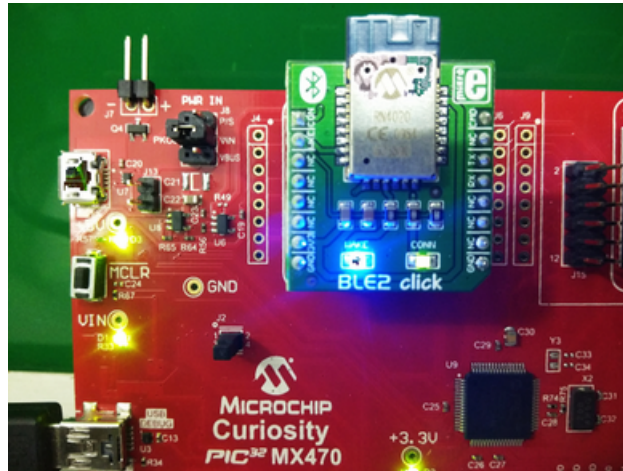


图 4-8. Curiosity PIC32MX470 开发板的 BLE2 上的 CONN LED



8. RN4020 模块将定义私有或定制服务及其关联特性。所有私有服务或特性具有 128 位 UUID。下表列出由 RN4020 模块（BLE 服务器）中的主机 MCU 使能的私有或定制服务及其关联特性。环境数据特性发送温度、压力和相对湿度数据。输出数据速率（Output Data Rate, ODR）特性控制主机 MCU 为 BLE 服务器读取和更新天气数据的速率。允许使用以下 ODR 设置：
- 1Hz
 - 2Hz
 - 4Hz
 - 8Hz
 - 10Hz

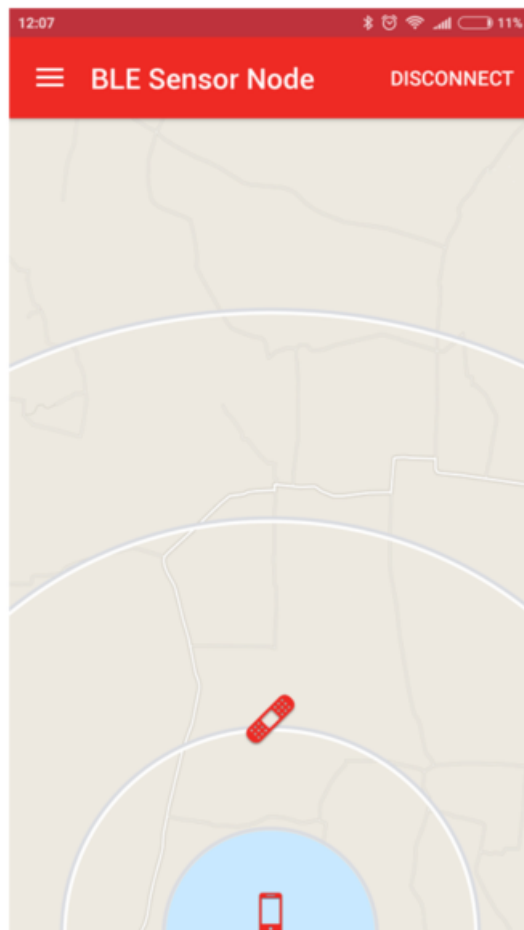
表 4-1. 用户定义的定制服务和特性

定制服务或特性	UUID	属性	数据
环境服务	F05A-BAC0-3936-11E5- 87A6-0002-A5D5-C51B	NA	NA
环境数据特性（温度/压力/湿度）	F05A-BAD0-3936-11E5- 87A6-0002-A5D5-C51B	读/通知	字节 0 = 温度 LSB 字节 1 = 温度 MSB 字节 2 = 压力 LSB 字节 3 = 压力 MSB 字节 4 = UV LSB0 字节 5 = UV LSB1 字节 6 = UV MSB0 字节 7 = UV MSB1 字节 8 = 湿度
输出数据速率特性	F05A-BAD1-3936-11E5- 87A6-0002-A5D5-C51B	读/写	1 字节

注：PIC32 板上没有光传感器，因此对应于 UV 数据的字节 4-7 由 BLE 服务器清零。

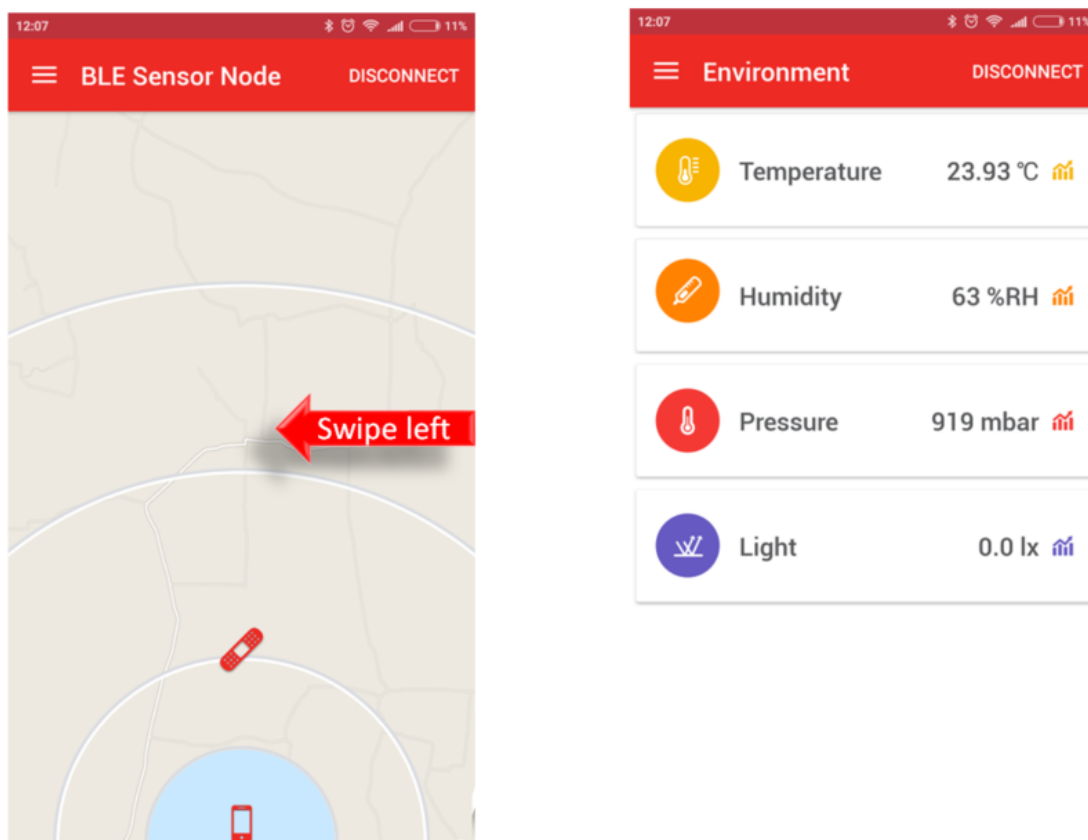
- 连接后，应用程序显示类似下图的屏幕。页面显示蓝牙链接的状态、RSSI 指示以及 Android 主机设备和 Curiosity PIC32 开发板之间的大致距离。屏幕的左上角有 *Navigation Drawer*（导航列表）按钮，右上角有 *DISCONNECT*（断开）按钮。

图 4-9. 类似屏幕



- 在类似屏幕上向左滑动以导航至环境传感器。

图 4-10. 环境传感器屏幕

**注:**

1. 此演示不支持该应用程序上的其他功能，例如步阶计数、加速计和陀螺仪等。导航至这些屏幕可能导致出现未定义的行为。
 2. PIC32 板上没有光传感器，因此演示将光传感器读数始终显示为 0。
11. 当用户点击以下图中所示的图形按钮时，将被重定向至相应画面。

图 4-11. 图形按钮

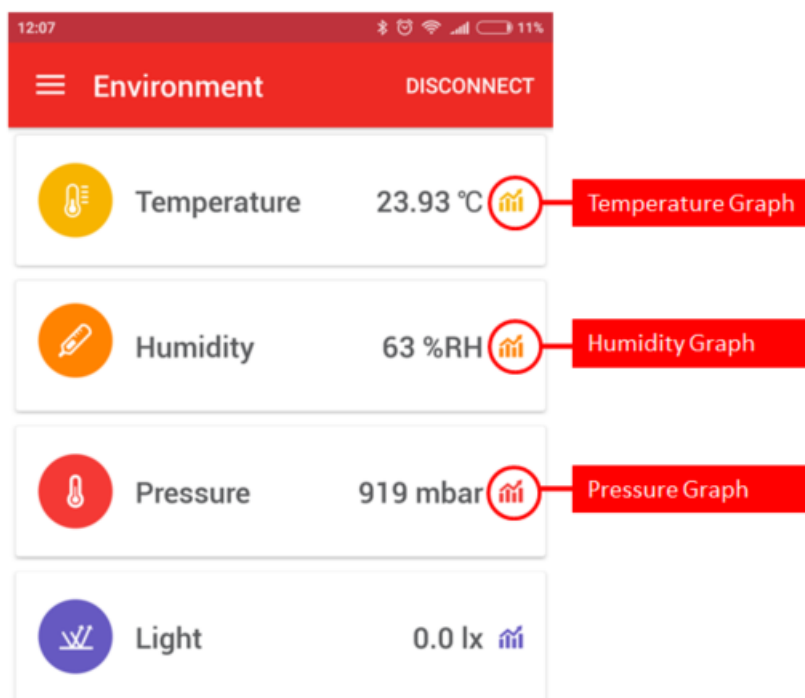


图 4-12. 温度图

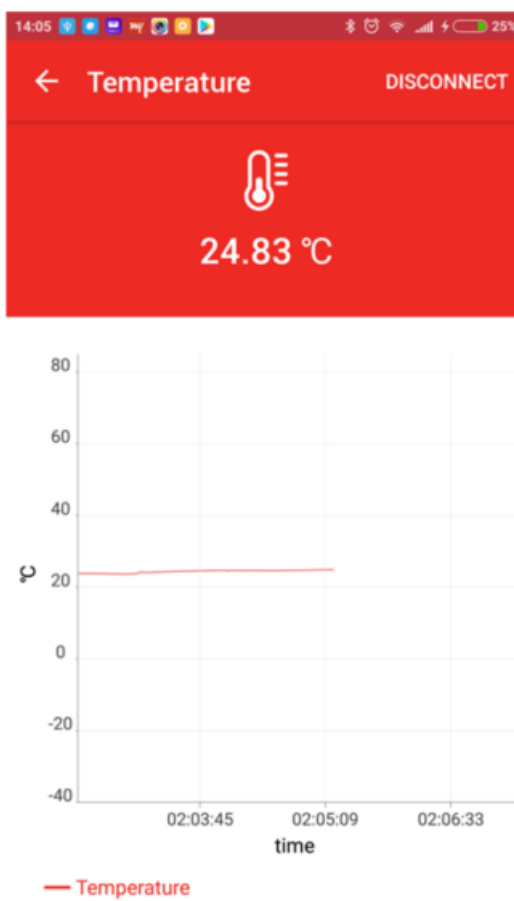


图 4-13. 湿度图

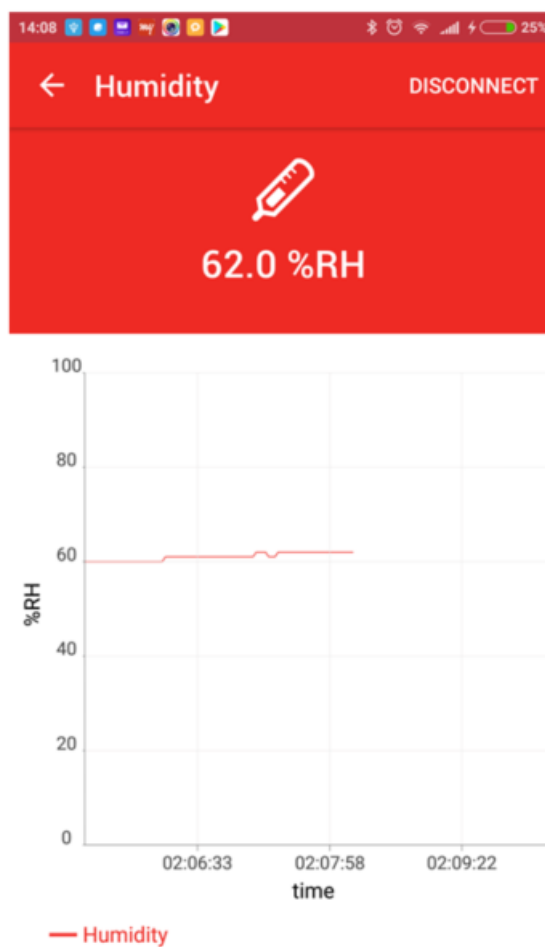
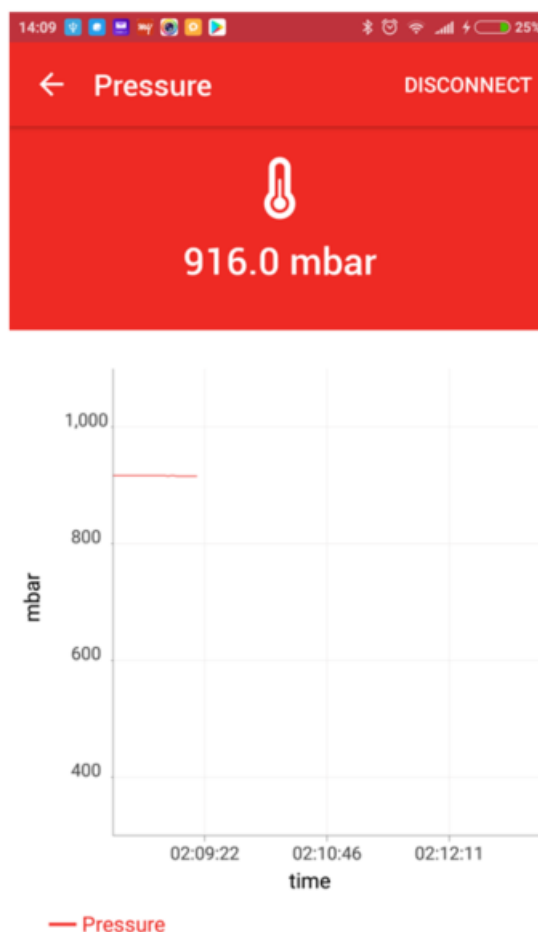
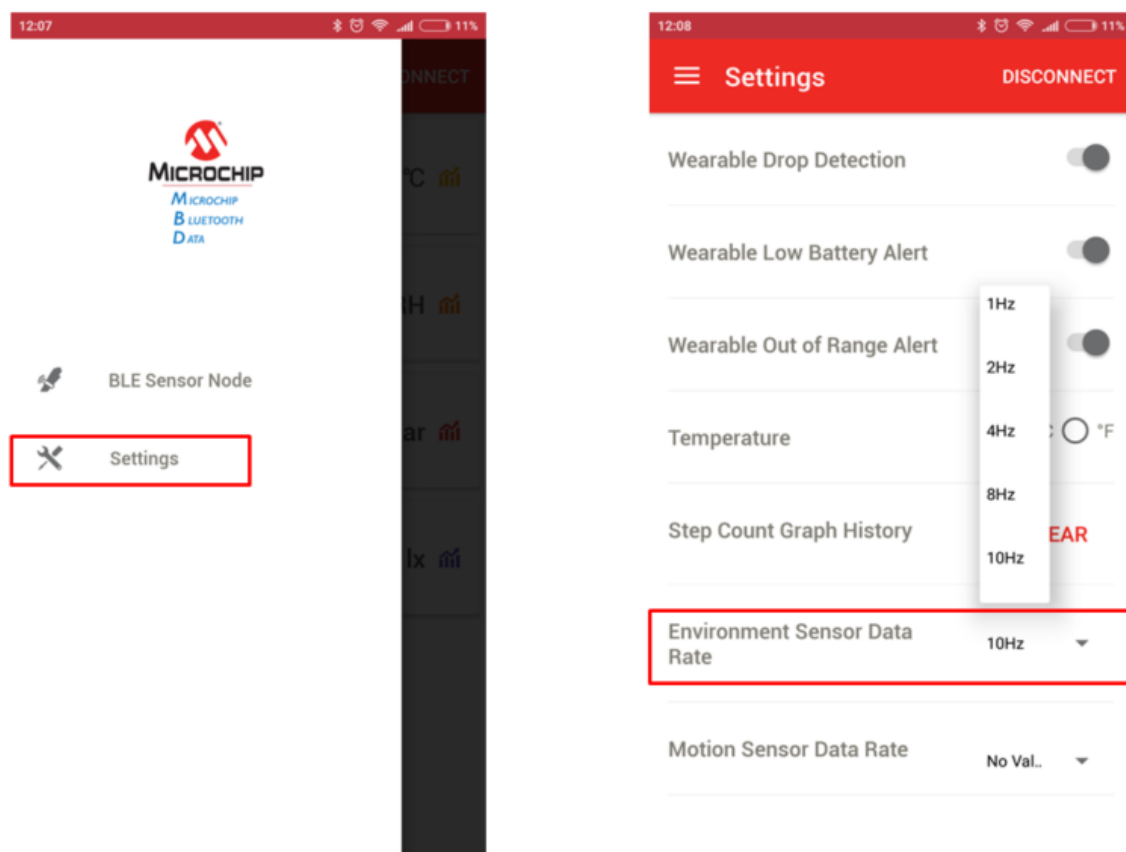


图 4-14. 压力图



12. UUID 为 F05A-BAD1-3936-11E5- 87A6-0002-A5D5-C51B 的 ODR 特性可用于更改主机 MCU 为 BLE 服务器从传感器读取和更新环境数据的速度。默认速度设置为 1Hz（输出数据速率值 = 0x01）。要更改 ODR，请点击屏幕左上角的 *Navigation Drawer* 按钮并点击 **Settings**（设置）。点击 **Settings** 屏幕中的 *Environment Sensor Data Rate*（环境传感器数据速率），可将 ODR 更改为 1Hz、2Hz、4Hz、8Hz 或 10Hz，如下图所示。

图 4-15. 更改输出数据速率



13. 更改 ODR 后，断开并重新连接 BLE 设备。

Microchip 网站

Microchip 网站 <http://www.microchip.com/> 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/>。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿意与关心代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如

果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

法律声明

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip** 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。**Microchip** 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 **Microchip** 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 **Microchip** 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，否则在 **Microchip** 知识产权保护下，不得暗中以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、**Microchip** 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 **Microchip Technology Incorporated** 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 为 **Microchip Technology Incorporated** 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 **Microchip Technology Incorporated** 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 **Microchip Technology Inc.** 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 **Microchip Technology Inc.** 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 是 **Microchip Technology Inc.** 的子公司 **Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG** 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2018, **Microchip Technology Incorporated** 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3429-0

DNV 认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®]跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 电话: 1-480-792-7200 传真: 1-480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com 亚特兰大 德卢斯, 乔治亚州 电话: 1-678-957-9614 传真: 1-678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 1-512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 1-774-760-0087 传真: 1-774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 1-630-285-0071 传真: 1-630-285-0075 达拉斯 艾迪生, 德克萨斯州 电话: 1-972-818-7423 传真: 1-972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 1-248-848-4000 休斯敦, 德克萨斯州 电话: 1-281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 1-317-773-8323 传真: 1-317-773-5453 电话: 1-317-536-2380 洛杉矶 米申维耶霍, 加利福尼亚州 电话: 1-949-462-9523 传真: 1-949-462-9608 电话: 1-951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 1-919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 1-631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 1-408-735-9110 电话: 1-408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 1-905-695-1980 传真: 1-905-695-2078	中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 檳榔嶼 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4450-2828 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海布隆 电话: 49-7131-67-3636 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 赖阿南纳 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-7288-4388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820