

使用 ATmega4809 Curiosity Nano 开发平台快速创建适用于 AWS 云服务的 BLE 传感器原型

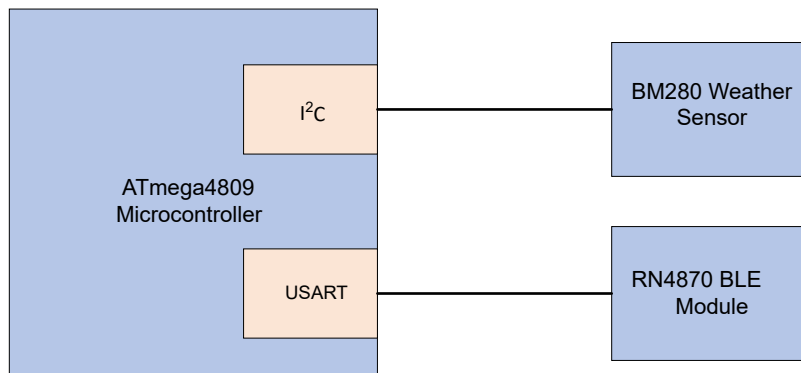
简介

作者：Ioan Pop 和 Alin Stoicescu, Microchip Technology Inc.

本应用笔记介绍了如何使用 ATmega4809 Curiosity Nano 开发平台创建通过网关连接到 Amazon Web Services (AWS) 云的低功耗蓝牙 (Bluetooth® Low Energy, BLE) 传感器节点。本文档包含详细教程以及提供文档化代码的 GitHub 资源库的链接。

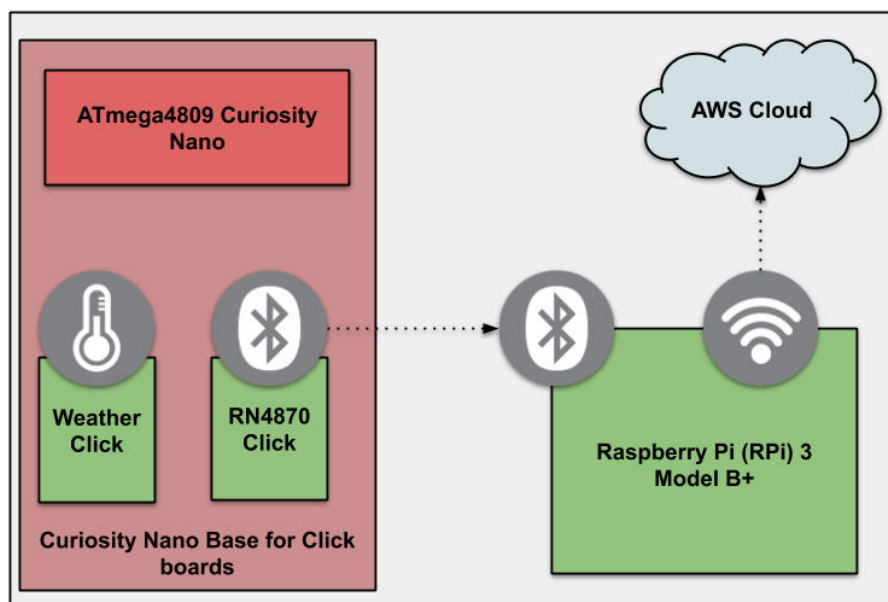
传感器边缘节点由 ATmega4809 单片机控制。ATmega4809 是一款稳健的低功耗单片机，专为实时控制应用设计。要对传感器节点进行原型设计，应搭配使用 ATmega4809 Curiosity Nano 和适用于 Click board™ 的 Curiosity Nano 基板，此基板具有三个 mikroBUS™ 插槽。这些 mikroBUS 插座用于连接集成有 Microchip RN4870 蓝牙低功耗模块的 RN4870 click 板以及包含提供湿度、温度和气压读数的 BME280 传感器的气象 click 板。本应用旨在建立一个出厂可用的系统——每个组件都可以在 Curiosity Nano 平台上无缝实现原型设计，而且可以通过 MPLAB® 代码配置器 (MPLAB Code Configurator, MCC) 在软件中快速配置。

图 1. 传感器节点框图



当应用启动时，单片机会创建三个公共特性，分别用于 BLE 模块传感器中的气压、温度和湿度数据。单片机每五秒从传感器读取一次数据，并使用相应的值更新特性。需要使用网关将信息发送到云端。网关与终端节点的 BLE 模块建立连接，并通过以太网或 Wi-Fi® 从本地互联网连接到云服务。网关每五秒读取一次特性并将数据发布到云端。

图 2. 应用功能图



这里使用 Raspberry Pi® (RPI) 3 型号 B+板作为网关，因为它集成了 BLE、Wi-Fi 和以太网模块，同时易于使用且提供了完善的文档。

AWS 用于云服务。它提供了名为 AWS IoT Greengrass 的网关核心软件，用户可利用该软件与云端交互。只需使用 Lambda 中的应用程序编程接口 (Application Programming Interface, API) 便可实现主题的发布和订阅。

通过 MCC 为单片机中使用的外设生成源代码。代码生成器会创建项目、文件和源代码的结构。MCC 支持各种外设和开发扩展板，如 RN4870 click 板。

以下 GitHub 资源库包含 ATmega4809 Curiosity Nano 板的项目源代码，以及网关用来读取特性并将数据发布到云端的 Lambda。



View Code Example on GitHub
Click to browse repository

目录

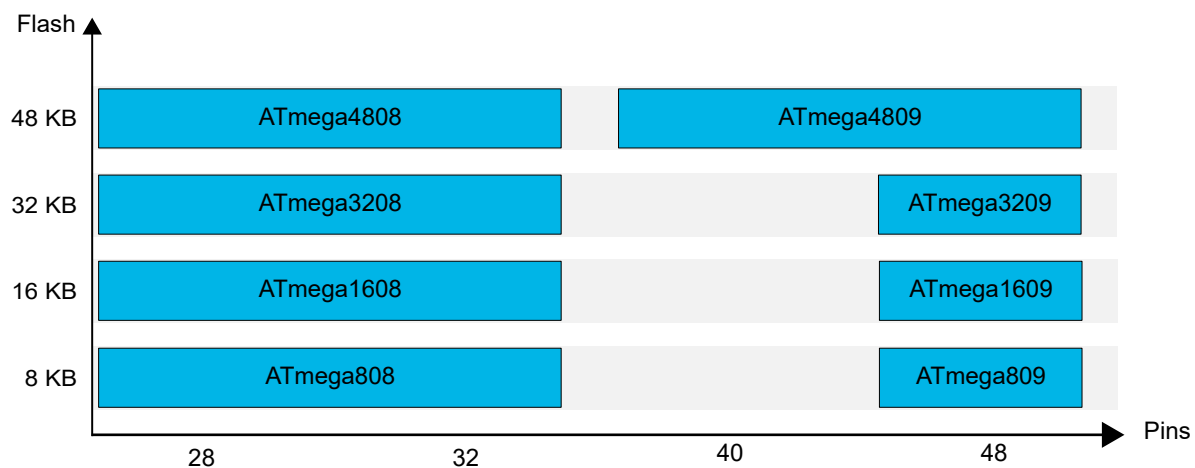
简介.....	1
1. 相关器件.....	4
2. 概述.....	5
3. 硬件说明.....	6
3.1. ATmega4809 Curiosity Nano 板和 Curiosity Nano 适配器.....	6
3.2. MIKROE RN4870 Click 板.....	7
3.3. Raspberry Pi 3 型号 B+板.....	8
3.4. MikroE 气象 click 板.....	8
4. 应用概述.....	9
4.1. 软件要求.....	9
4.2. Amazon Web Service 软件概述.....	9
4.3. ATmega4809 软件概述.....	9
4.4. Lambda 概述.....	16
5. 应用演示.....	17
5.1. 主要应用配置.....	17
5.2. 准备好开发板.....	17
5.3. 创建和加载 Lambda.....	19
5.4. 在云端可视化传感器数据.....	20
6. 结论.....	22
7. 参考资料.....	23
8. 版本历史.....	24
Microchip 网站.....	25
产品变更通知服务.....	25
客户支持.....	25
Microchip 器件代码保护功能.....	25
法律声明.....	25
商标.....	26
质量管理体系.....	26
全球销售及服务网点.....	27

1. 相关器件

本章列出了本文档的相关器件。下图给出了不同系列的器件之间的关系，并注明了不同的引脚数与存储器大小：

- 垂直迁移无需修改代码，因为这些器件的引脚互相兼容，后者可提供相同甚至更多的功能。
- 从右到左迁移会减少引脚数，进而减少可用的功能
- 具有不同闪存大小的器件通常也具有不同的 SRAM 和 EEPROM

图 1-1. megaAVR® 0 系列概览



2. 概述

本应用笔记介绍了如何获取 BLE 物联网（Internet of Things, IoT）需要的硬件和软件配置。另外，还详细介绍了示例项目和 AWS 配置的功能。

在示例项目中，我们使用精心挑选的器件从气象传感器读取气压、温度和湿度数据。传感器通过 I²C 接口发送数据，并以五秒的读取间隔将数据传输到云端。器件通过 USART 接口与 RN4870 BLE 设备交换信息，然后开始为传感器创建服务和特性，并在每次读取后更新这些服务和特性。

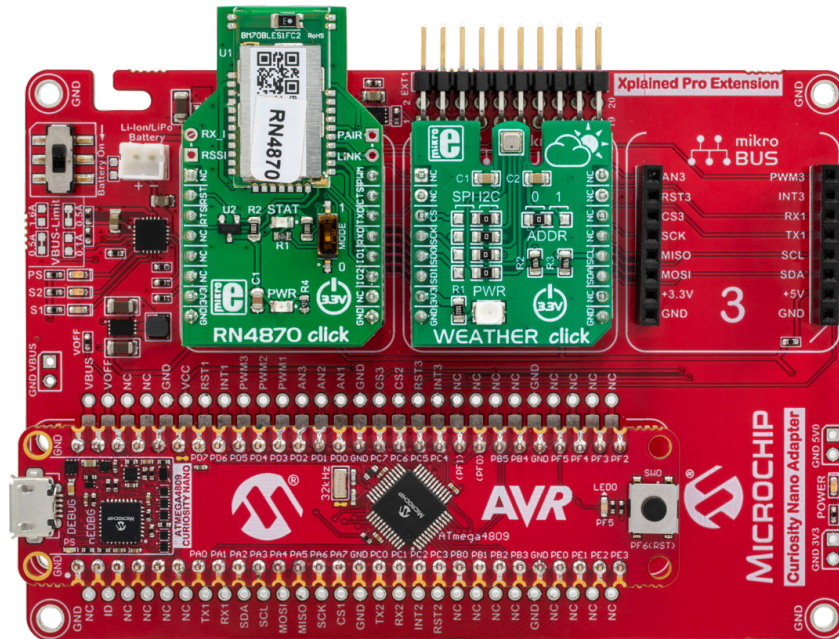
Raspberry Pi 板连接到 BLE 设备，读取特性，然后使用 Greengrass Core 将数据发布到云端。Greengrass 是 AWS 提供的网关软件，能够使用 Raspberry Pi 板的硬件元件。因此，网关核心可与附近的 BLE 节点设备交互，并提供与云端之间的安全通信。

准备工作：

- 集成开发环境（Integrated Development Environment, IDE）：
 1. 安装带有最新器件包的 [Atmel Studio v7](#)。
 2. 带有 XC8 V2.10 编译器（用于此项目）的 [MPLAB® X v5.30](#)。
 - 2.1. MCC 版本 3.85
 - 2.2. AVR8 外设库 AVR®单片机版本 2.0.1
- [Microchip ATmega4809 Curiosity Nano 开发板](#)
- [适用于 click 板的 Microchip Curiosity Nano 基板](#)
- [MikroE 的 BLE RN4870 click 板](#)
- [Raspberry Pi 3 型号 B+](#)
- [MikroE 的气象 click 板](#)
- [Amazon Web Services（AWS）帐户](#)

3. 硬件说明

图 3-1. 传感器边缘节点原型开发平台

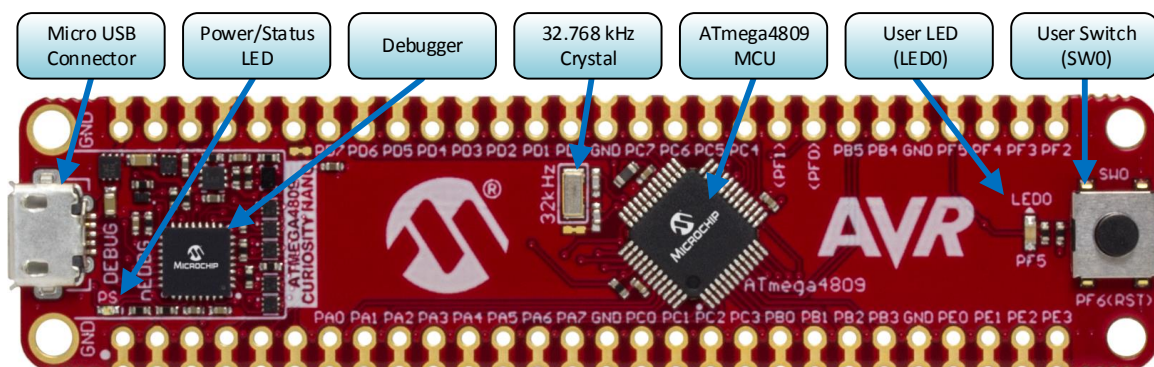


3.1 ATmega4809 Curiosity Nano 板和 Curiosity Nano 适配器

ATmega4809 是一款采用 8 位 AVR 处理器（含硬件乘法器）的单片机，运行速度最高为 20 MHz，同时配有最高 48 KB 的闪存、6 KB 的 SRAM 和 256 字节的 EEPROM，并采用 48 引脚封装。此外，它还提供了独立于内核的外设（Core Independent Peripherals, CIP）和灵活的低功耗架构，包括事件系统和 SleepWalking。

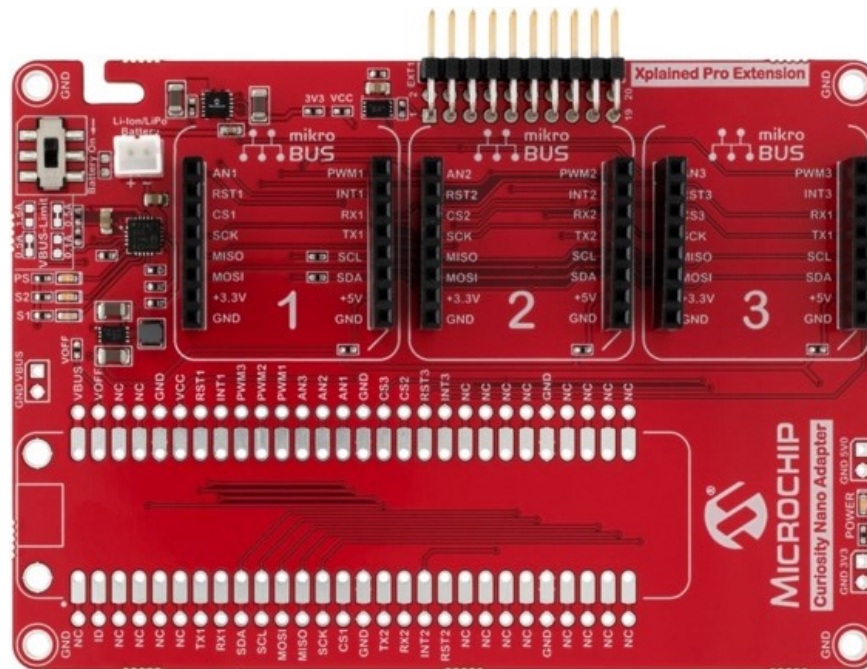
这款单片机可提供大容量存储器、功能强大的内核和超快的时钟速度，非常适合开发物联网和通信应用。

图 3-2. ATmega4809 Curiosity Nano



ATmega4809 Curiosity Nano (DM320115) 包含一个允许快速编程单片机的嵌入式调试器 (EDBG)，并提供用于虚拟 COM 端口通信的 USART 转 USB 桥接器。调试器支持 IDE 编程和拖放编程。

图 3-3. 适用于 Click 板的 Curiosity Nano 基板



适用于 Click 板的 Curiosity Nano 基板（AC164162）是一个可轻松连接到 Curiosity Nano 板的电路板。它提供了 3 个用于与 click 板轻松连接的 mikroBUS 插槽、1 个 Xplained Pro 扩展插座以及锂离子/锂聚合物充电器和管理电路（用于连接电池以便为连接的器件供电）。

3.2 MIKROE RN4870 Click 板

RN4870 click 板是一个可以插入 mikroBUS 插槽的 BLE 板。它由 3.3V 电源供电并通过 USART 外设与主机单片机连接，允许通过 ASCII 命令进行控制。此外，这块电路板还为准备发送（Ready-to-Send, RTS）和允许发送（Clear-to-Send, CTS）USART 信号提供了支持和通道。这些支持和通道是可选的，不在此应用中使用。

RN4870 是一个蓝牙低功耗模块。它有一个基于蓝牙协议栈版本 5 的全集成软件。

此模块支持用于将数据从 USART 传输到对等 BLE 设备的透明 USART。默认波特率为 115200 个符号/秒，可以通过命令接口更改。USART 数据交换通过两个通道完成，一个用于传输，一个用于接收。

注：此应用可以使用 RN4870 或 RN4871 蓝牙模块。

图 3-4. RN4870 Click 板



图 3-5. RN4871 Click 板



此模块支持通用属性配置文件（Generic Attribute Profile，GATT）特性，可以实现最多 5 个公共的 GATT 服务和 4 个私有的用户定义 GATT 服务，每个服务提供最多 8 个特性。

与使能 BLE 的智能手机或蓝牙互联网网关交互时，可从世界任何地方监视、控制和更新应用。因此，RN4870 模块非常适合物联网应用。

3.3 Raspberry Pi 3 型号 B+板

Raspberry Pi 3 型号 B+开发板可运行各种 Linux®操作系统发行版，为用户提供了丰富的开源软件库、驱动程序和应用程序。用户可利用这些资源轻松连接其他设备。此开发板提供了用于与终端节点通信的内置 BLE 模块以及用于云连接和通信的 Wi-Fi 和以太网插座，非常适合物联网应用。RPi 3 B+采用 armv71 处理器架构，在本演示应用中作为网关使用。RPi 的操作系统和网关软件需要最小容量为 8 GB 的 microSD 卡。

3.4 MikroE 气象 click 板

气象 click 板包含一个可从环境读取气压、温度和湿度数据的 BME280 Bosch 传感器。此传感器可通过 SPI 或 I²C 通信。默认通信基于 I²C，要使用 SPI，需要重新焊接 click 板上的 0 Ω 电阻。

这款传感器拥有极高的精度，气压精度为 ± 0.1 kPa，温度精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度精度为 $\pm 3\%$ 。另外，此传感器的尺寸也十分小巧，适合在智能手表、智能手机或类似应用中使用，这使其成为物联网开发的理想选择。

图 3-6. MikroE Weather click



4. 应用概述

4.1 软件要求

Microchip 的 MPLAB X 和 Atmel Studio 是用于为单片机开发应用程序的集成开发环境。本文档中介绍的应用程序是在 MPLAB X 中开发的。为确保项目能够正确实现所需的功能，必须安装 MPLAB X IDE v5.30 和 XC8 编译器 v2.10 或更高版本。

MPLAB X IDE 提供了易于使用的无缝环境，可用于编写、编译和调试采用 C/C++ 或汇编代码编写的用户应用程序。MPLAB X 支持所有 Microchip 单片机和开发工具。

MPLAB X 有一个名为 MPLAB 代码配置器的插件，此插件提供了代码生成功能，可以方便地使用外设。此外，也可在 MPLAB Xpress 上在线使用这些工具。

4.2 Amazon Web Service 软件概述

必须有帐户才能使用 Amazon Web Service。帐户可以免费创建，并且允许在多个设备上使用网关软件和 AWS，有效期最长为一年。云帐户和网关（名为 Greengrass）的配置不是本文档的重点，不作详细介绍。AWS 提供了完备的书面开发人员指南，可在 [Getting Started with AWS IoT Greengrass](#) 中查看。

Greengrass 开发人员指南根据内容的侧重点划分为多个章节。这些章节称为模块。

模块 1 说明了如何为 Raspberry Pi 下载和加载操作系统，以及如何在开发板与计算机之间建立连接。此模块还分步说明了开发板安全运行 Greengrass 所需的配置。

模块 2 介绍了如何在 Raspberry Pi 上下载和安装网关软件。该软件附带建立云连接所需的公钥和私钥以及证书。此模块提供了有关如何启动网关和如何检查处理网关的过程的详细信息。

因此，要成功配置 Raspberry Pi 板并开始使用 Greengrass Core，这两个模块必不可少。

模块 3 的重点是 Lambda 以及云端和 RPi 之间的数据交换。此模块介绍了如何在 Raspberry Pi 上添加和部署 Lambda。AWS Lambda 是一项不需要配置或管理服务器即可运行代码的功能。Lambda 可以通过发送关于特定主题的消息队列遥测传输（Message Queuing Telemetry Transport, MQTT）报文来访问云端。这种发送过程称为发布。客户端可以订阅特定主题并接收报文。

由于本文档中介绍的应用使用 Lambda 实现将 BLE 数据发送到云端的过程，因此**模块 3** 也是必需的。本应用笔记不需要使用其他模块。

注：此项目中使用 Greengrass Core（GGC）v1.10。

4.3 ATmega4809 软件概述

此项目使用 MPLAB X 开发，并使用 MCC 配置所需的外设。单击 MPLAB X IDE 中的 File>New Project（文件>新建项目）创建一个新项目。必须选择 ATmega4809 器件。

GitHub 资源库中提供了整个项目。本节旨在使用户熟悉 MPLAB 代码配置器和所生成代码的结构，并说明各外设的用途及其配置。

1. System Module（系统模块）配置

在此处配置系统的时钟。此应用使用 20 MHz 振荡器，经过 10 分频获得 2 MHz。

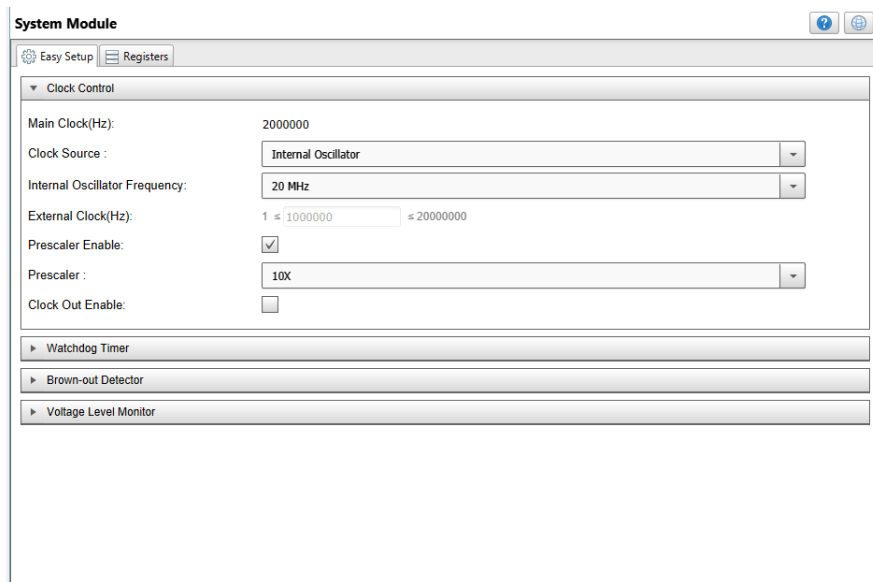
Clock Source（时钟源）：Internal Oscillator（内部振荡器）

Internal Oscillator Frequency（内部振荡器频率）：20 MHz

Prescaler Enable（预分频器使能）：选中

Prescaler（预分频比）：10X

图 4-1. System Module 配置

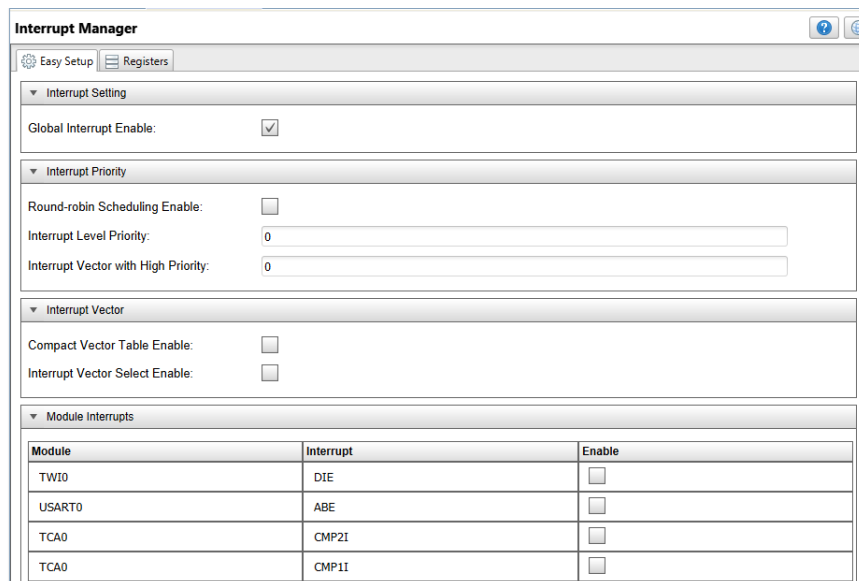


2. Interrupt Manager（中断管理器）配置

需要进一步配置使用中断的外设。目前需要允许全局中断。

Global Interrupt Enable（全局中断允许）：选中

图 4-2. Interrupt Manager 配置



Module	Interrupt	Enable
TWI0	DIE	☐
USART0	ABE	☐
TCA0	CMP2I	☐
TCA0	CMP1I	☐

可从 **Project Resources（项目资源）** 选项卡下的 **Devices Resources（器件资源）** 选项卡添加接下来要配置的外设。

3. USART0 配置

此 USART 实例与 RN4870 模块通信并向其发送命令。其 API 前缀已经更改，必须以正确的前缀调用才能使用代码。

API Prefix（API 前缀）：USART_RN4870

Interrupt Driven（中断驱动）：选中

RX Buffer Size（RX 缓冲区大小）：8 bytes（8 字节）

TX Buffer Size（TX 缓冲区大小）：8 bytes

Printf support (Printf 支持) : 选中

Mode (模式) : Async Mode (异步模式)

Baud Rate (波特率) : 115200

Enable USART Receiver (使能 USART 接收器) : 选中

Enable USART Transmitter (使能 USART 发送器) : 选中

Parity Mode (奇偶校验模式) : No parity (无奇偶校验)

Stop Bit Mode (停止位模式) : 1 stop bit (1 个停止位)

Character Size (字符大小) : 8 bit (8 位)

还需要在 Interrupt Settings (中断设置) 中允许接收中断。

图 4-3. USART0 配置

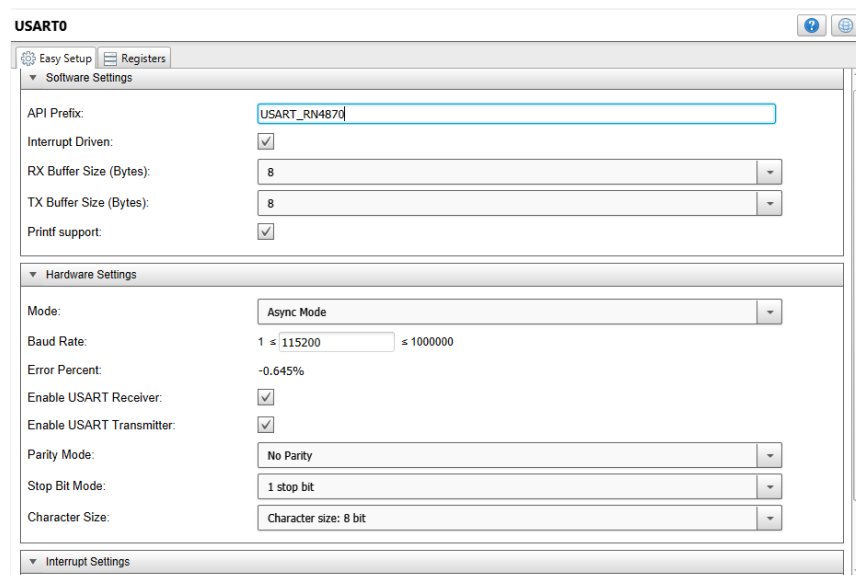
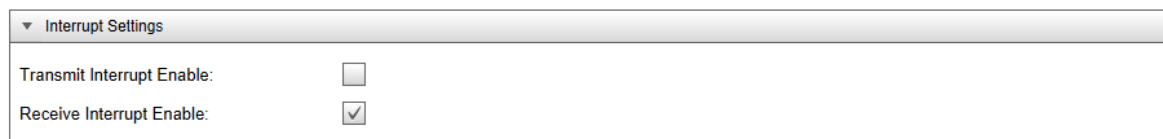


图 4-4. USART0 中断设置配置



4. USART3 配置

此 USART 实例与嵌入式调试器通信。嵌入式调试器作为串口桥接器，将信息发送到 USB 连接的器件。关于 API 前缀的声明也适用于此实例。

API Prefix: USART_TERMINAL

Interrupt Driven: 选中

RX Buffer Size: 8 bytes

TX Buffer Size: 8 bytes

Printf support (Printf 支持) : 取消选中

Mode: Async Mode

Baud Rate: 115200

Enable USART Receiver: 选中

Enable USART Transmitter: 选中
Parity Mode: No parity
Stop Bit Mode: 1 stop bit
Character Size: 8 bit

图 4-5. USART3 配置

The screenshot shows the 'USART3' configuration window with two tabs: 'Easy Setup' and 'Registers'. The 'Easy Setup' tab is active, displaying 'Software Settings' and 'Hardware Settings' sections. In 'Software Settings', 'API Prefix' is 'USART_TERMINAL', 'Interrupt Driven' is checked, 'RX Buffer Size (Bytes)' is 8, 'TX Buffer Size (Bytes)' is 8, and 'Printf support' is unchecked. In 'Hardware Settings', 'Mode' is 'Async Mode', 'Baud Rate' is 115200, 'Error Percent' is -0.645%, 'Enable USART Receiver' is checked, 'Enable USART Transmitter' is checked, 'Parity Mode' is 'No Parity', 'Stop Bit Mode' is '1 stop bit', and 'Character Size' is 'Character size: 8 bit'.

图 4-6. USART3 中断设置配置

The screenshot shows the 'Interrupt Settings' window. It contains two options: 'Transmit Interrupt Enable' which is unchecked, and 'Receive Interrupt Enable' which is checked.

5. **定时器 A (TCA0) 配置**
此定时器用于计时 5 秒，之后单片机读取传感器值并将其储存到 RN4870 模块的特性中。稍后会在代码中使能此定时器。
- API Prefix: TIMER_0
- Enable Timer (使能定时器)：取消选中
- Clock Selection (时钟选择)：System Clock/256 (系统时钟/256)
- Timer mode (定时器模式)：16 Bit (Normal) (16 位 (正常))
- Count Direction (计数方向)：Up (向上)
- Requested Timeout (请求超时)：5s
- Enable Overflow Interrupt (允许溢出中断)：选中
- Waveform Generation Mode (波形生成模式)：Normal Mode (正常模式)

图 4-7. TCA0 配置

6. 双线接口（Two-Wire Interface, TWI）TWI0 配置

TWI 或 I²C 接口用于与传感器通信。

API Prefix: I2C0

Interrupt Driven: 取消选中

Enable I2C（使能 I2C）：选中

Mode: Master（主器件）

I²C Clock (Hz)（I²C 时钟（Hz））：100000

FM Plus Enable（FM+使能）：取消选中

图 4-8. TWI0 配置

7. Weather Click 配置

首先浏览到 **Device Resources**（器件资源）底部并展开 **MikroE Clicks** 下拉列表，随后可在 **Sensors**（传感器）下拉菜单中找到 **click** 库。可根据应用来更改配置，但本文档将介绍最简单的配置方法。如果将 **Sample**

Application（示例应用）字段设置为 Custom（自定义）以外的选项，将会使用应用程序的预设值，所选的设置将被忽略。

Sensor Mode（传感器模式）：Forced（强制）

Standby Time (ms)（待机时间（ms））：10

IIR Filter Coefficient（IIR 滤波系数）：OFF（关闭）

Oversampling for temperature, pressure and humidity（温度、气压和湿度的过采样）：X1

Sample Applications（示例应用程序）：Custom（自定义）

图 4-9. Weather Click 配置

添加 Weather Click 资源时，会在库中加载另外两个模块，并显示在 Foundation Services（基础服务）下拉菜单中。这两个模块分别是 DELAY 和 I2CSIMPLE。无法在 DELAY 中进行任何更改，而 I2CSIMPLE 模块则需要 TWI 的外设实例作为主器件。与当前应用中一样，如果只使能了 TWI0，则 MCC 会默认选择它，但在有多个 TWI 外设的实例时，必须格外小心。

8. 引脚模块配置

引脚的配置必须与硬件在适配器上的安装方式相同。本文档将提供此处使用的硬件配置与其引脚配置，但也可以更改这些配置来满足不同的需求。

将 RN4870 模块置于第一个 mikroBUS 插槽，将 Weather click 置于第二个插槽。这样便允许 USART 的实例和 TWI 与它们通信，而不会出现问题。

图 4-10. 引脚分配

Output	Search Results	Variables	Breakpoints	IO View	SRAM Data Memory	Notifications [MCC]	Pin Manager: Grid View
Package:	QFP48	Pin No:	44 45 46 47 48 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40				
				Port A ▼	Port B ▼	Port C ▼	Port D ▼
				0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7
Module	Function	Direction					
CLKCTRL ▼	CLKI	input					
	CLKO	output					
	TOSC1	input					
	TOSC2	input					
Pin Module ▼	GPIO	input					
	GPIO	output					
RSTCTRL	RESET	input					
TCA0 ▼	WO0	output					
	WO1	output					
	WO2	output					
TWI0 ▼	SCL	in/out					
	SDA	in/out					
USART0 ▼	RXD	in/out					
	TXD	output					
USART3 ▼	RXD	in/out					
	TXD	output					

首先，在引脚模块接口中将 PC6 和 PD7 引脚配置为输出。此项目中没有使用 TCA0 的波形生成，但此模块需要引脚分配。如果它们不会干扰其他功能，则使用哪些引脚无关紧要。将 TCA0 设置为 PE0、PE1 和 PE2。将 TWI0 设置为 PA2 和 PA3 以便与 Weather click 通信。USART0 与 RN4870 模块通信，将其设置为 PA0 和 PA1。USART3 与调试器通信，将其设置为 PB0 和 PB1。

Pin Module（引脚模块）：GPIO output（GPIO 输出）：PC6 和 PD7

TCA0：PE0、PE1 和 PE2

TWI0：PA2 和 PA3

USART0：PA0 和 PA1

USART3：PB0 和 PB1

最后，在 Project Resources 里的 Pin Module 中，引脚 PC6 需要命名为“Weather_CS”并设置为 START HIGH（高电平启动），引脚 PD7 需要命名为“RN_Reset_Pin”。

PC6：名称：“Weather_CS”，START HIGH：选中

PD7：名称：“RN_Reset_Pin”

图 4-11. 引脚模块配置

Start Page main.c Available Resources Pin Module Interrupt Manager System Module									
Pin Module									
Easy Setup Registers									
Selected Package: QFP48									
Pin Name	Module	Function	Custom Name	OUTPUT	START HIGH	INVEN	PULLUPEN	ISC	
PA0	USART0	TXD		☒	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PA1	USART0	RXD		☐	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PA2	TWI0	SDA		☐	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PA3	TWI0	SCL		☐	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PB0	USART3	TXD		☒	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PB1	USART3	RXD		☐	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PC6	Pin Module	GPIO	Weather_CS	☒	☒	☐	☐	Interrupt d...	
PD7	Pin Module	GPIO	RN_Reset_Pin	☒	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PE0	TCA0	WO0		☒	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PE1	TCA0	WO1		☒	☐	☐	☐	Interrupt d...	
PE2	TCA0	WO2		☒	☐	☐	☐	Interrupt d...	

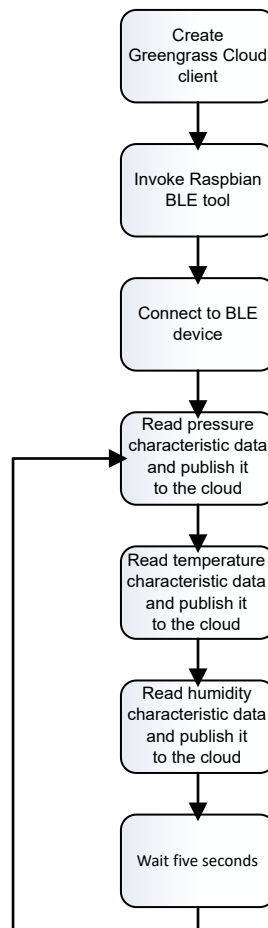
4.4 Lambda 概述

Lambda 是 Greengrass 网关与终端设备和云端交互的可行方式之一。Lambda 在云端配置或编辑，并在 Raspberry Pi 板上部署。此功能随附在软件开发工具包（Software Development Kit, SDK）中，这款工具包可提供用于云连接和主题特定订阅和发布的应用程序编程接口。Raspberry Pi 与云端之间的报文通过 MQTT 协议发送，但 Greengrass Core 会处理此过程，因此细节更加透明。

可以使用多种编程语言以及不同版本的编程语言来编写 Lambda。此应用中使用的 Lambda 由 Python™ 2.7 编写。由于 AWS 针对 Greengrass 所提供教程的模块 3 基于 Python 2.7，因此可以更轻松地理解并熟悉 Lambda 的结构和过程。

Lambda 的流程图如下所示：

图 4-12. Lambda 工作流程



1. Lambda 将创建一个负责云通信的 Greengrass 客户端。
2. 此客户端会调用一个负责 BLE 连接和通信的工具，并进入其虚拟用户界面。此外，也可以使用 Raspbian 上提供的其他面向 BLE 的工具。
3. 上述工具会使用其 MAC 地址连接到 BLE 终端设备。此工具不提供设备扫描功能，由于各个设备的 MAC 地址不同，因此由用户负责提供 MAC 地址。有关如何获取 MAC 地址的更多信息，请参见[命令状态](#)。
4. 连接建立后，此工具会使用 `char-read-hnd` 命令读取温度、气压和湿度特性中的可用字节，随后读取处理程序编号。接着，该工具会将数据打包，并使用“BLE/data”主题将数据发布到云端。此步骤处于循环中。这些操作每五秒执行一次。主题的名称和执行之间的时间由用户选择，可以更改。特性的读取通过处理程序完成，创建特性时会分配此处理程序。有关如何获取处理程序的更多信息，请参见[命令状态](#)。

5. 应用演示

5.1 主要应用配置

MCC 会创建外设的文件和 API，以及项目的结构和系统的初始化。必须添加 BLE 模块的复位序列以确保所有设备均正确启动。需要按一定间隔读取传感器并更新特性。这些步骤均通过 GitHub 资源库项目编写和提供，仅供希望进一步自定义此应用开发人员使用。

5.2 准备好开发板

必须将引脚焊接到 Curiosity Nano 板上，然后将其连接到 Curiosity Nano 适配器板。必须将 RN4870 click 连接到 mikroBUS 插槽 1，将 Weather click 连接到插槽 2。

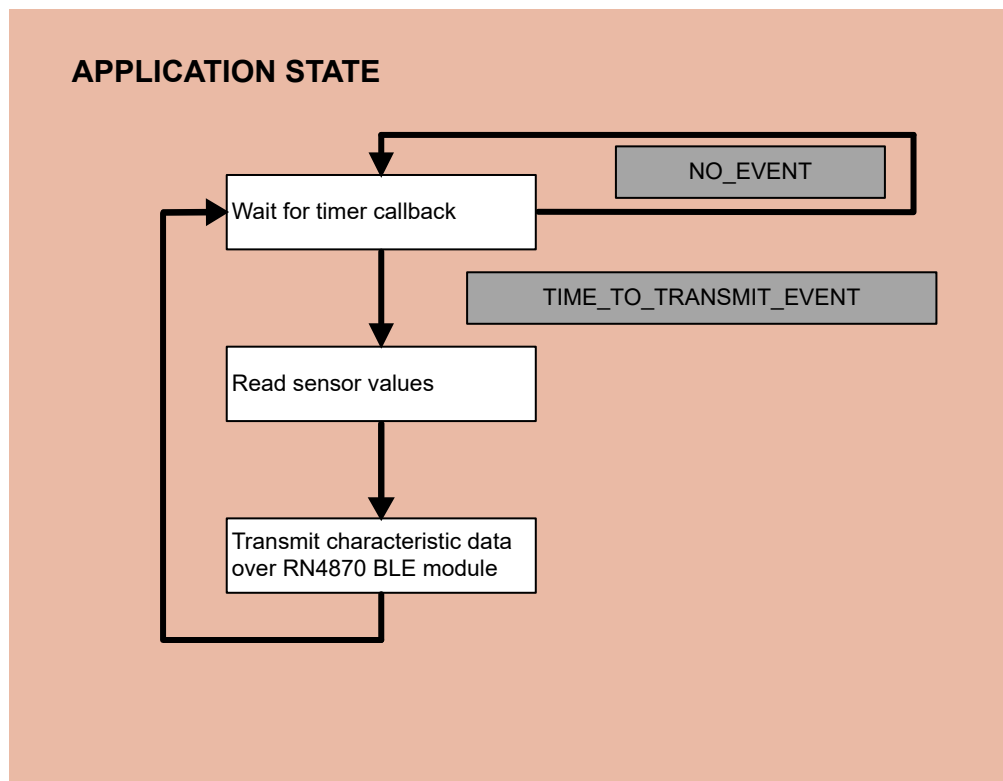
最后，必须通过 USB 端口将 Curiosity Nano 板连接到 PC。可以在 atmega4809-cnano-ble-aws.X 文件夹中找到从 GitHub 资源库下载的主项目。使用 MPLAB X 打开此项目以对器件进行编程。

该项目分为两种状态：应用状态，此状态中应用每五秒读取一次传感器并更新特性值；命令状态，用于和 RN4870 板交互。要在这两个状态之间切换，必须从串行软件端口发送 “/” 字符。

5.2.1 应用状态

基于 BLE 连接的气象传感器在应用状态期间工作。在此状态期间，单片机从气象传感器读取数据，并更新特性值。然后，云端网关从 RN4870 BLE 模块读取特性值。

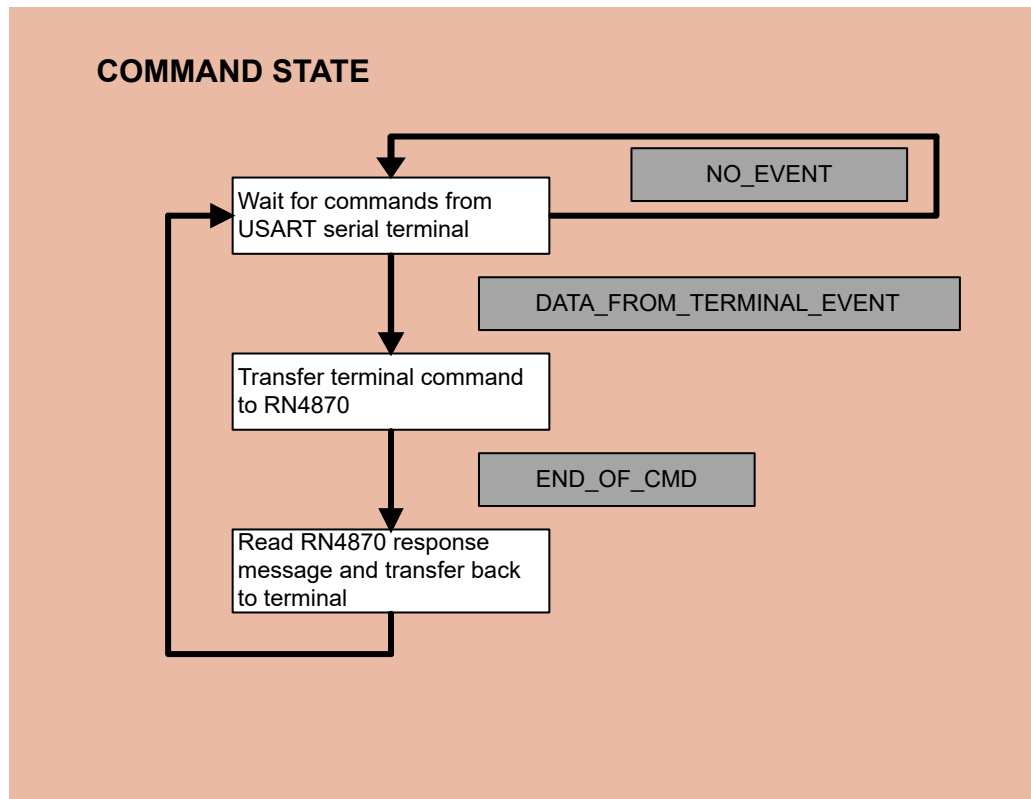
图 5-1. 应用状态



5.2.2 命令状态

命令状态期间，单片机充当串行终端与 RN4870 模块之间的 USART 桥接器。

图 5-2. 命令状态



此功能会打开与 RN4870 模块的通信线路，这样便可使用 PC 来检索模块的 MAC 地址。此外，也可以通过进入命令状态来进行所需的配置，例如更改模块的名称。

命令状态仅用于原型设计，不会在最终应用中使用。

图 5-3. Hercules 终端



在命令状态中，使用以下命令并：

1. 检查设备的 MAC 地址。Lambda 稍后需要此信息。MAC 地址会出现在回复的第一行：
 - 发送：“d”

- 回复: “BTA=D88039F37559”
 - 回复: “Name=RN4870-7559”
 - 回复: “Connected=no”
 - 回复: “Authen=2”
 - 回复: “Features=0000”
 - 回复: “Services=C0”
2. 确保开发板使用最新的可用固件, 目前为 v1.30:
 - 发送: “v”
 - 回复: “RN4870 V1.30 3/18/2018 (c)Microchip Technology Inc”

在命令状态中, 可利用 [BLUE RN4870 Module User's Guide](#) 中介绍的任意命令。

注: 在此状态中, 应用不再读取传感器和更新特性。

5.3 创建和加载 Lambda

需要遵循 [Getting Started with AWS IoT Greengrass](#) 开发人员指南来安装和准备 Raspberry Pi 上的 Greengrass Core。至少要完成开发人员指南中前 3 个模块中的步骤。

Greengrass 过程完成后, 按照以下步骤继续配置 Lambda:

1. 确保 Greengrass Core 尚未激活。要停止核心, 在 RPi 中打开新的终端窗口, 转至核心的位置, 然后执行停止命令:
 - 按下 **CTRL + ALT + T** 打开新的终端窗口
 - 输入 “cd /greengrass/ggc/core” 打开核心的位置
 - 输入 “sudo ./greengrassd stop” 停止核心
2. GitHub 资源库中提供了 Lambda 及其依赖项。打开 “AWS_Lambda” 文件夹并使用文本编辑器打开 “lambda_function.py” 文件。
3. “DEVICE” 变量表示 RN4870 模块的 MAC 地址, 必须更改为从命令状态中获取的 MAC 地址。一个 MAC 地址包含 6 个字节, 各字节间必须添加冒号:
 - DEVICE = 'D8:80:39:F3:75:59'
4. 将 “AWS_Lambda” 文件夹的全部内容 (而不是文件夹本身) 压缩为 .zip 文件。然后, 按照 AWS Greengrass 教程模块 3 中所述, 将压缩包上传到云端并在 Raspberry Pi 上部署。创建订阅时输入 “BLE/data” 作为主题。
5. RN4870 默认需要采用身份验证和加密的连接, 而 RPi 的 BLE 模块默认未实现这种连接。负责 RPi 中 BLE 的设备名称为 “hci0”, 可使用 hciconfig 命令显示模块的默认状态:

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo hciconfig hci0
hci0:    Type: Primary  Bus: UART
        BD Address: B8:27:EB:09:B1:6A  ACL MTU: 1021:8  SCO MTU: 64:1
        UP RUNNING
        RX bytes:813 acl:0 sco:0 events:53 errors:0
        TX bytes:2524 acl:0 sco:0 commands:53 errors:0
```

必须使用 encrypt 参数激活带加密的身份验证。使用上面相同的命令检查模块状态, 这样就能看到新的 “AUTH” 和 “ENCRYPT” 功能:

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo hciconfig hci0 encrypt
pi@raspberrypi:~ $ sudo hciconfig hci0
hci0:    Type: Primary  Bus: UART
        BD Address: B8:27:EB:09:B1:6A  ACL MTU: 1021:8  SCO MTU: 64:1
        UP RUNNING AUTH ENCRYPT
        RX bytes:827 acl:0 sco:0 events:55 errors:0
        TX bytes:2534 acl:0 sco:0 commands:55 errors:0
```

6. 所有配置均已实现, 可以启动 Greengrass Core.
 - 按下 **CTRL + ALT + T** 打开新的终端窗口
 - 输入 “cd /greengrass/ggc/core” 打开核心的位置

- 输入“`sudo ./greengrassd start`”启动核心

注：仅在第一次装入新的 Lambda 时必须遵循上述全部配置。在 RPi 板上执行复位后，只需要遵循步骤 5 和步骤 6。

5.4 在云端可视化传感器数据

打开 AWS 个人帐户，按照 [AWS Greengrass Core Developer Guide](#) 中的模块 3 所述测试订阅。Lambda 将使用“BLE/data”主题发布数据，因此需要订阅此主题。

图 5-4. 云端测试

The screenshot shows the AWS IoT console's 'Subscriptions' page. On the left, there are links for 'Subscribe to a topic' and 'Publish to a topic'. The main area is titled 'Subscribe' and contains the following fields and options:

- Subscription topic:** A text input field containing 'BLE/data'.
- Subscribe to topic:** A blue button.
- Max message capture:** A dropdown menu set to '100'.
- Quality of Service:** Two radio button options:
 - ☒ 0 - This client will not acknowledge to the Device Gateway that messages are received
 - ☐ 1 - This client will acknowledge to the Device Gateway that messages are received
- MQTT payload display:** Three radio button options:
 - ☐ Auto-format JSON payloads (improves readability)
 - ☒ Display payloads as strings (more accurate)
 - ☐ Display raw payloads (in hexadecimal)
- Publish:** A section with the text 'Specify a topic and a message to publish with a QoS of 0.' and a text input field containing 'Specify a topic to publish to, e.g. myTopic/1'.
- Publish to topic:** A light blue button.
- Code Editor:** A dark-themed text area showing a JSON payload:

```
1 {  
2   "message": "Hello from AWS IoT console"  
3 }
```

订阅后，窗口会每 5 秒打印一次传感器的值，如下图所示。

图 5-5. 从传感器接收的数据

Subscriptions

[Subscribe to a topic](#)
[Publish to a topic](#)

BLE/data

BLE/data

Publish

Specify a topic and a message to publish with a QoS of 0.

```

1 {
2   "message": "Hello from AKS IoT console"
3 }

```

BLE/data	Aug 28, 2019 4:53:22 PM +0300	Export	Hide
Humidity: 34.03%			
BLE/data	Aug 28, 2019 4:53:21 PM +0300	Export	Hide
Temperature: 26.21 C			
BLE/data	Aug 28, 2019 4:53:21 PM +0300	Export	Hide
Pressure: 100489 Pa			
BLE/data	Aug 28, 2019 4:53:16 PM +0300	Export	Hide
Humidity: 34.53%			
BLE/data	Aug 28, 2019 4:53:16 PM +0300	Export	Hide

6. 结论

本应用笔记中介绍的步骤提供了通过网关将 BLE 数据发送到云端的简单解决方案。Microchip 的 ATmega4809 Curiosity Nano 板和 Curiosity Nano 适配器提供了三个 mikroBUS 插槽，允许用户将新的功能添加到自己的项目中，例如 RN4870 click 板。MCC 支持此开发板，可用来配置开发板的接口和默认设置。AWS 提供了网关软件和开发人员指南，该指南详细介绍了相关的配置和功能。

7. 参考资料

1. [BLE RN4870 Click 板。](#)
2. [BLE RN4870 Module User's Guide。](#)
3. [Raspberry Pi 3 型号 B+。](#)
4. [AWS Developer Guide。](#)
5. [GitHub 资源库。](#)
6. [气象 click 板。](#)
7. [Curiosity Nano ATmega4809。](#)
8. [Curiosity Nano 适配器。](#)

8. 版本历史

文档版本	日期	备注
A	2020 年 03 月	文档初始版本

Microchip 网站

Microchip 网站 (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。我们的网站提供以下内容:

- **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**——常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- **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

产品变更通知服务

Microchip 的产品变更通知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, 请访问 www.microchip.com/pcn, 然后按照注册说明进行操作。

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 (ESE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 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 www.microchip.com/support 获得网上技术支持。

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规范。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品非常安全。
- 目前, 仍存在着用恶意、甚至是非法的方法来试图破坏代码保护功能的行为。我们确信, 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。这种试图破坏代码保护功能的行为极可能侵犯 Microchip 的知识产权。
- Microchip 愿与那些注重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

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中提供的信息仅仅是为方便您使用 Microchip 产品或使用这些产品来进行设计。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 “按原样”提供这些信息。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，包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保，或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下，对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，Microchip 概不承担任何责任，即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内，对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔，Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额（如有）。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损害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或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、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PackeTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、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、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 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。

© 2021, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-6918-6

质量管理体系

有关 Microchip 的质量管理体系的信息，请访问 www.microchip.com/quality。

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: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com 亚特兰大 德卢斯, 佐治亚州 电话: 678-957-9614 传真: 678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 774-760-0087 传真: 774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 630-285-0071 传真: 630-285-0075 达拉斯 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 972-818-7423 传真: 972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 248-848-4000 休斯顿, 德克萨斯州 电话: 281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-5453 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 408-735-9110 电话: 408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 905-695-1980 传真: 905-695-2078	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 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 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 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 - 珠海 电话: 86-756-3210040	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 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 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: 45-4485-5910 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: 49-7131-72400 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 - 若那那市 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: 47-72884388 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