AN1861

使用Microchip RN4020模块和16位PIC® 单片机实现Bluetooth® Smart通信

作者： *Venkatesh Bengeri 和 Pradeep Shamanna*

简介

大多数嵌入式应用都需要实时通信来支持其应用环境。由于最终应用中需要基础结构支持，因此无法轻松实现RS232、RN422、RS485或以太网等有线通信标准。若要通过路由器、智能手机或平板电脑将本地嵌入式应用连接到云（即，服务调用），Wi-Fi®和Bluetooth®是可供选择的标准。

在笔记本电脑、智能手机、智能机器和许多其他应用中，基于IEEE 802.11 b/g/n/ac的Wi-Fi都是一项标准功能。虽然Wi-Fi可为数据传输提供较高的带宽，但在协议栈和功耗方面的负担较重。近年来，业内致力于降低Wi-Fi的功耗，终于生产出适合人对人或人对机嵌入式应用设计的低功耗Wi-Fi。

蓝牙的特点是能够轻松地暂时与智能手机和平板电脑相连，目前许多Android®和iOS®应用都支持蓝牙功能。它可以方便地替代音频流和设备间数据同步等应用中的电缆。最初，蓝牙支持1 Mbps数据传输速率（Bluetooth 1.2），随后增强型数据速率版本（Bluetooth 2.1 + EDR）将数据传输速率提高到3 Mbps，再后来发展到高速版本（Bluetooth 3.0 + HS）以支持大文件传输。

许多应用只需要简单的命令和控制，或来自传感器的快速状态。因此，Bluetooth低功耗（Bluetooth Low Energy，BLE）不断发展以支持这些低占空比应用。

BLUETOOTH SMART通信

Bluetooth低功耗也称为Bluetooth Smart，是Bluetooth 4.0规范的一大标志。BLE适用于存在功耗限制的应用，例如传感器或一次性设备。BLE适合支持低数据吞吐量的低占空比设备，使用纽扣式电池时，BLE可以比其他协议工作更长时间。实现这项技术的主要优势在于价格低廉的硅片、较低的MCU处理要求和较小的存储空间；此外，这项技术还非常适合与人体局域网（Body Area Network，BAN）相关的应用，BAN代表随个人网络移动的“连接气泡”。

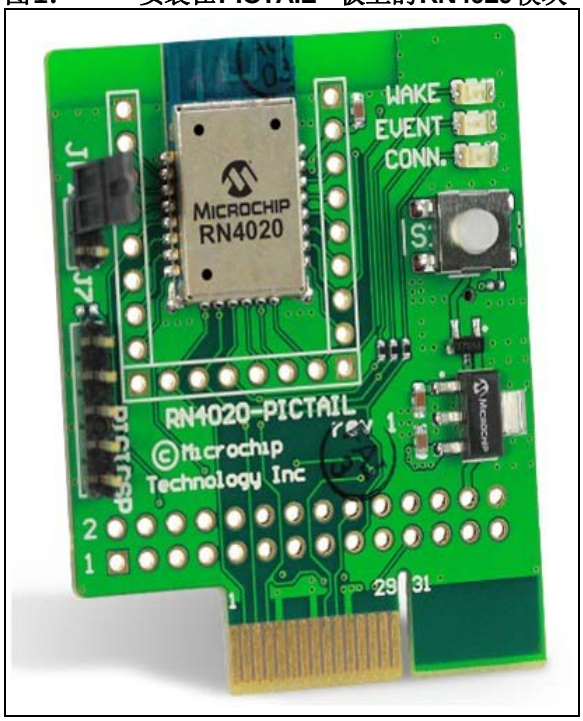
BLE与Classic Bluetooth技术工作在同一频谱带（即，2.400 GHz到2.4835 GHz ISM频带），但前者使用一组不同的通道。Classic Bluetooth有79个通道，每个通道1 MHz宽，而Bluetooth Smart有40个通道，每个通道2 MHz宽。在通道内，Bluetooth Smart使用与Classic Bluetooth的FSK调制类似的高斯频移键控（Gaussian Frequency Shift Keying，GFSK）调制技术发送数据。最大无线传输比特率为1 Mbps，最大发送功率为10 mW。有关蓝牙及其规范的更多信息，请参见“蓝牙核心规范V4.0”，该规范可从http://www.bluetooth.org获取。

Microchip RN4020是经过完全认证的Bluetooth V4.1模块，用于向应用和产品添加低功耗无线功能。该表面贴装模块具有完整的板上Bluetooth协议栈，并且通过UART接口由简单的ASCII命令控制。RN4020还包含大多数Bluetooth SIG标准配置文件以及Microchip低功耗数据配置文件（Microchip Low-energy Data Profile，MLDP），用于通过BLE传输用户特定的串行数据。开发人员可利用脚本功能来使能独立运行，而无需主机单片机或处理器。RN4020可由其他模块通过安全连接无线远程控制或更新，也可通过其UART接口进行控制或更新。

© 2015 Microchip Technology Inc.

图1显示了安装在PICtail™板上的RN4020模块。

图1： 安装在PICTAIL™板上的RN4020模块



本应用笔记介绍以下内容：

- 适合使用RN4020模块和PIC24FJ系列单片机的任意用户应用平台的框架。
- 具体介绍了RN4020模块与PIC24FJ128GA010单片机的接口。
- 通过PIC®单片机控制RN4020模块的启动或参考代码。
- 连接PIC单片机与BLE模块的初始步骤或技术。

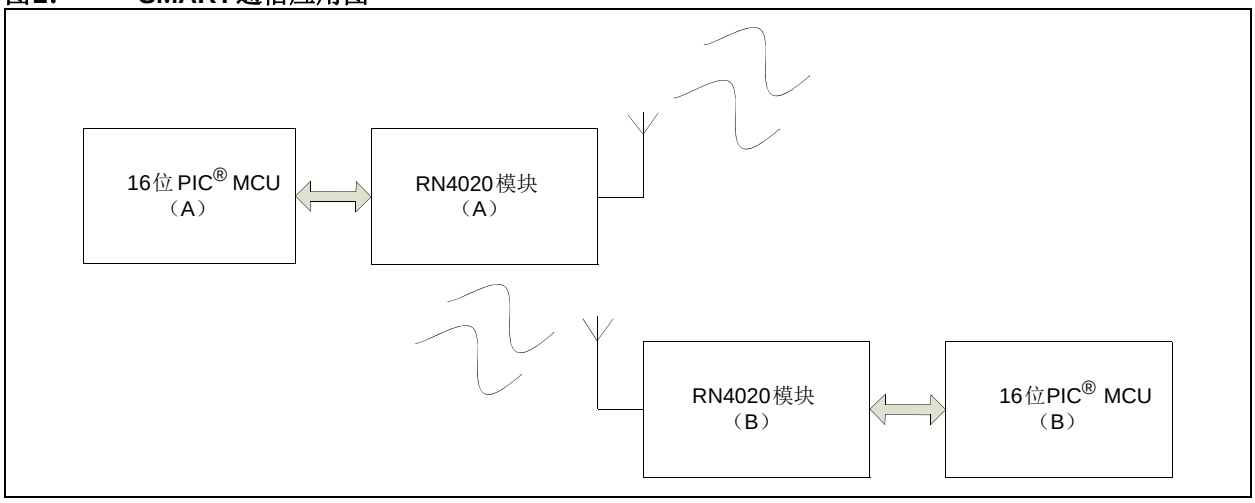
注： 本应用笔记不适合用于全面理解Bluetooth技术原理或RN4020模块相关命令的使用。

© 2015 Microchip Technology Inc.

RN4020模块和PIC24 MCU接口框架

本应用笔记的主要目的是帮助用户或开发人员快速了解接口要求以及通过 UART 接口使用不同命令在RN4020模块与PIC24（16位）单片机之间进行通信的过程。图2给出了PIC24 MCU与RN4020模块的连接情况。输入或命令通过Explorer 16开发板上的开关提供，状态通过板上LCD和LED进行监视。

图2： SMART通信应用图



应用演示要求

本部分介绍了演示设置所需的硬件和软件/实用程序。

硬件要求

以下硬件用于演示应用：

- 两个BLE RN4020 PICtail/PICtail Plus子板
- 两个Explorer 16开发板
- 以下任一用于编程和调试的 Microchip 开发工具：MPLAB® REAL ICE™、MPLAB ICD 3或PICkit™ 3
- 两个电源：9V/0.75A或等效电池组

RN4020模块与任一PIC单片机的硬件接口称为无线节点，如图3所示。将开发板与RN4020子板组合使用可以实现无线节点。

软件/实用程序要求

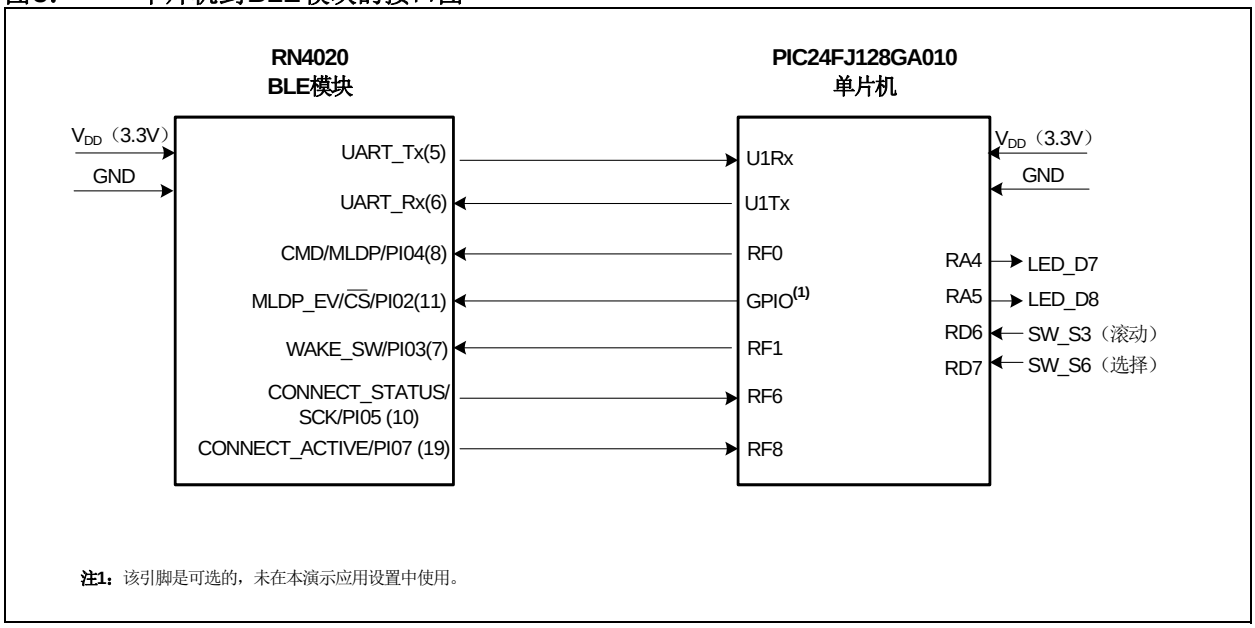
基于RN4020模块的演示应用用于演示基于BLE的各嵌入式节点间的通信。在演示应用中，节点可以仿真传感器、执行器系统、健身设备和医疗保健器具等。

另外，终端仿真器程序（例如，适用于Windows® OS的TeraTerm和适用于MAC® OS的CoolTerm）可用于控制和监视RN4020模块。这将使用RN4020 PICtail卡进行一些独立测试。

与本应用笔记有关的应用或演示源代码以MPLAB工作区的形式提供，可从Microchip网站http://www.microchip.com下载。代码通过MPLAB X IDE使用Microchip XC16编译器进行编译。演示使用其中一个Explorer 16开发板上的开关发起的命令，并在另一个Explorer 16开发板的LCD上显示结果。

图3给出了应用演示代码中PIC24FJ128GA010单片机与RN4020 BLE模块间采用的引脚间配置。

图3：　单片机到BLE模块的接口图



硬件演示设置

RN4020演示需要两个无线节点。演示设置通过使用两个Explorer 16开发板和安装在PICtail板上的相同RN4020模块完成。因此，本应用演示将使用两个基于相同RN4020模块的无线节点。有关RN4020模块的更多信息，请参见Microchip网站：http://www.microchip.com。

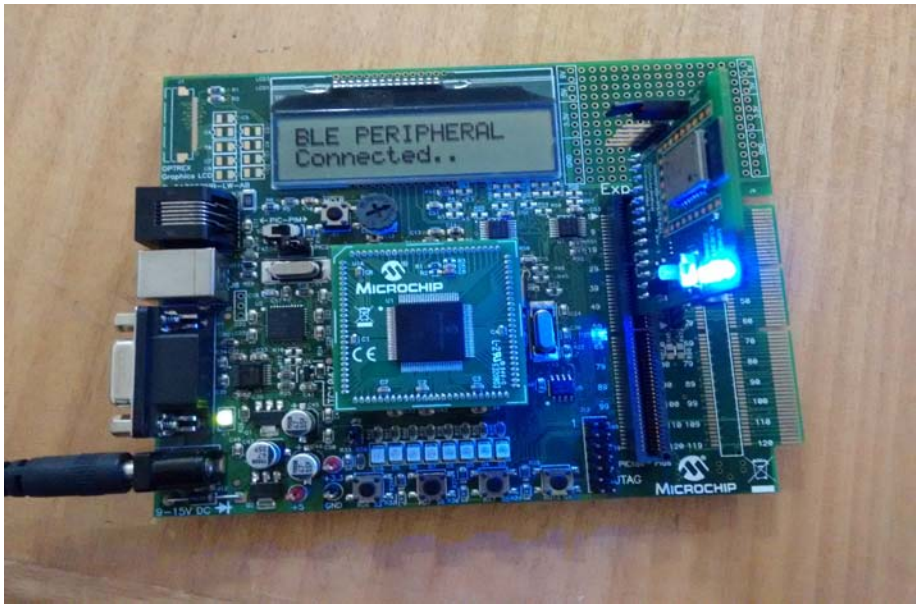
Explorer 16开发板和RN4020模块的连接

基于RN4020模块的PICtail子板的30引脚PCB边缘连接器（J3）用于连接Explorer 16开发板的PICtail Plus连接器。该连接通过单片机为RN4020模块提供3.3V电源、二/四线UART、复位、唤醒和中断连接。图4给出了Explorer 16开发板和RN4020模块间的接插布局。有关使用和编程带RN4020模块的Explorer 16开发板的更多信息，请参见“*RN4020 PICtail™/PICtail Plus Daughter Board User's Guide*”（DS50002265）。

© 2015 Microchip Technology Inc.

图4显示了安装在Explorer 16开发板上的RN4020模块。

图4： 安装在EXPLORER 16开发板上的RN4020模块



使用入门

要将RN4020 BLE模块设置为无线节点，请执行以下操作：

1. 将RN4020 PICtail卡插入Explorer 16开发板的30引脚卡边缘连接器中。Explorer 16开发板将作为RN4020 PICtail子卡的基板。
2. Explorer 16开发板的LCD显示屏可用于配置或监视无线终端。
3. 将9V电源插接到基板上。
4. 将编程器或调试器（MPLAB ICD 3/PICkit 3）连接到Explorer 16开发板。
5. 打开网站上提供的应用演示源代码。
6. 在发布模式下，编译与应用演示有关的两段源代码。
7. 随后，可使用MPLAB ICD 3或任何其他用户可以使用的编程器将生成的.hex文件烧写到两个无线节点A和B中。

注： 用户可以使用源代码WinZip文件中提供的已生成.hex文件。

有关使用MPLAB ICD 3进行编程和调试的更多信息，请参见《MPLAB® ICD 3在线调试器用户指南（用于MPLAB X IDE）》（DS50002081B_CN）；有关Explorer 16开发板的更多信息，请参见《Explorer 16开发板用户指南》（DS51589A_CN）。

附录A到**附录C**详细介绍了源代码、相关文件和说明以及与中央节点和外围节点关联的main()函数的调用图。但是，用户随后可以按照自己的理解进一步生成与源代码的特定函数相关的调用图。

RN4020演示应用

RN4020演示应用的执行涉及以下两个步骤：

1. 将一个节点配置为中央节点，将另一个节点配置为外围节点。
2. 当按下节点A上的开关（S3和S6）时，通过开/关操作切换节点B上的LED（D7和D8），反之亦然。

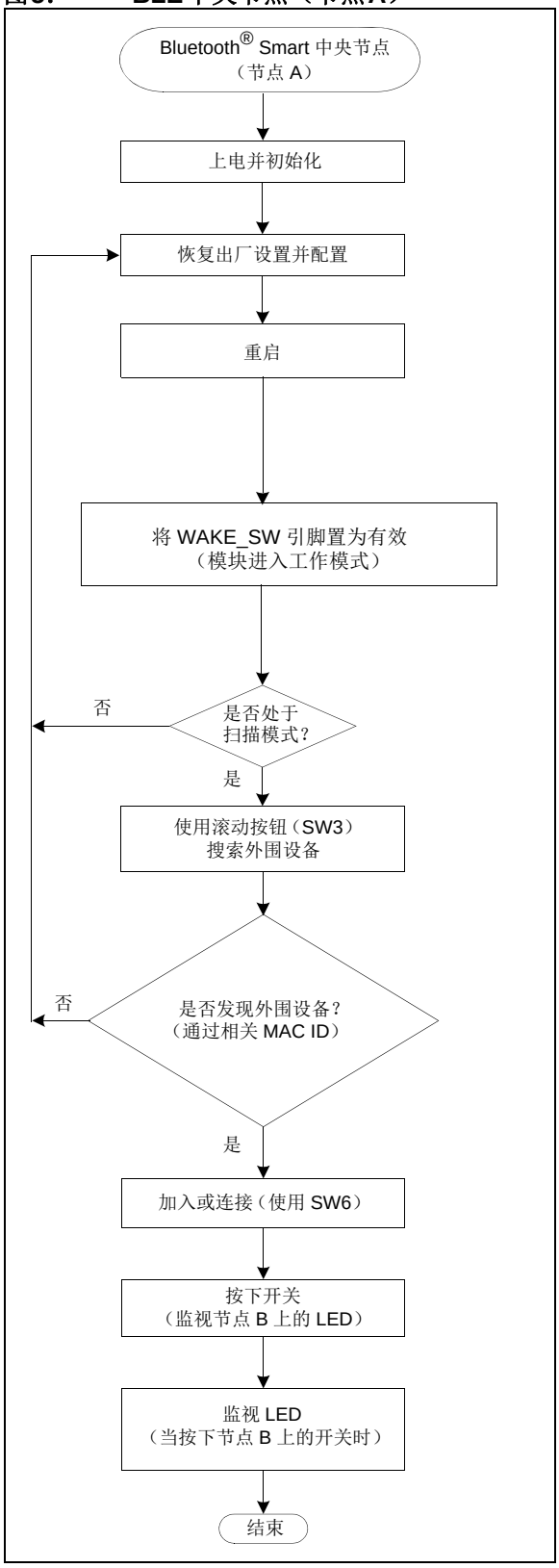
将节点A配置为中央节点

使用演示代码，将第一个RN4020模块（称为模块A）配置为中央节点 （节点A）。使用下述命令来配置器件：

1. 将`WAKE_SW`拉高，进入命令模式。（在子板上，这是默认状态）。
2. 打开连接到模块A串行端口的终端仿真器，设置如下参数：
   - 波特率：115200
   - 数据位数：8
   - 奇偶校验：无
   - 停止位数：1
   - 流控制：硬件
3. `SF,1 //` 恢复出厂设置。
4. `SR,92000000 //` 将器件设置为中央节点，支持MLDP并使能UART流控制。
5. `R,1 //` 重启以使更改生效。

图5给出了BLE中央节点（节点A）流程图。

图5： BLE中央节点（节点A）



© 2015 Microchip Technology Inc.

图6和图7给出了中央节点（节点A）的配置模式和扫描模式。

图6：　　配置模式下的BLE中央节点

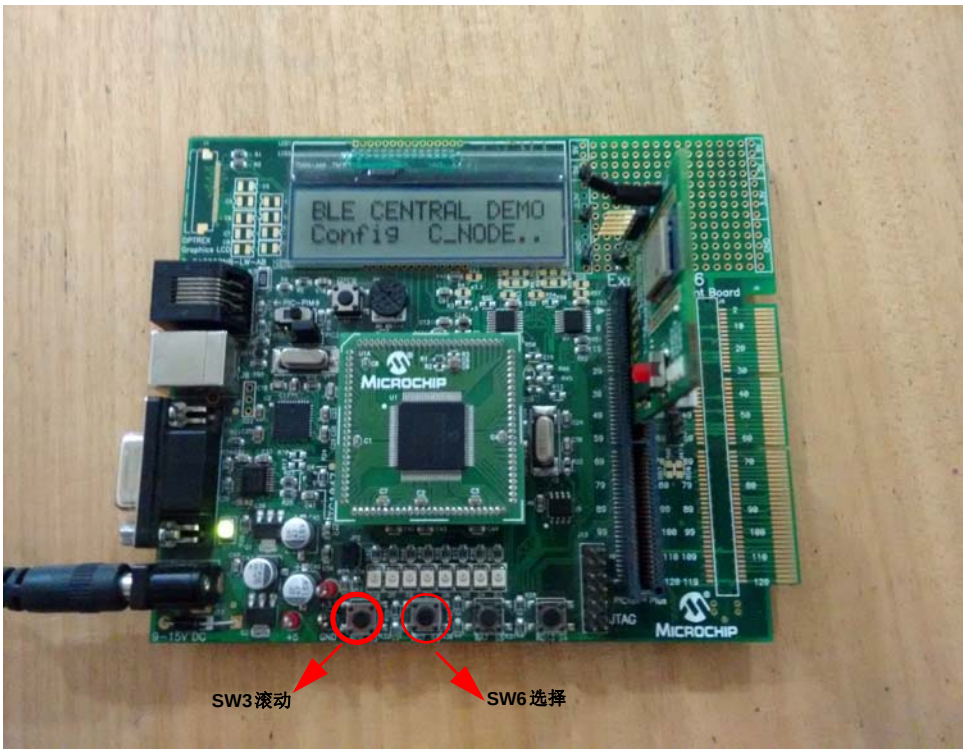
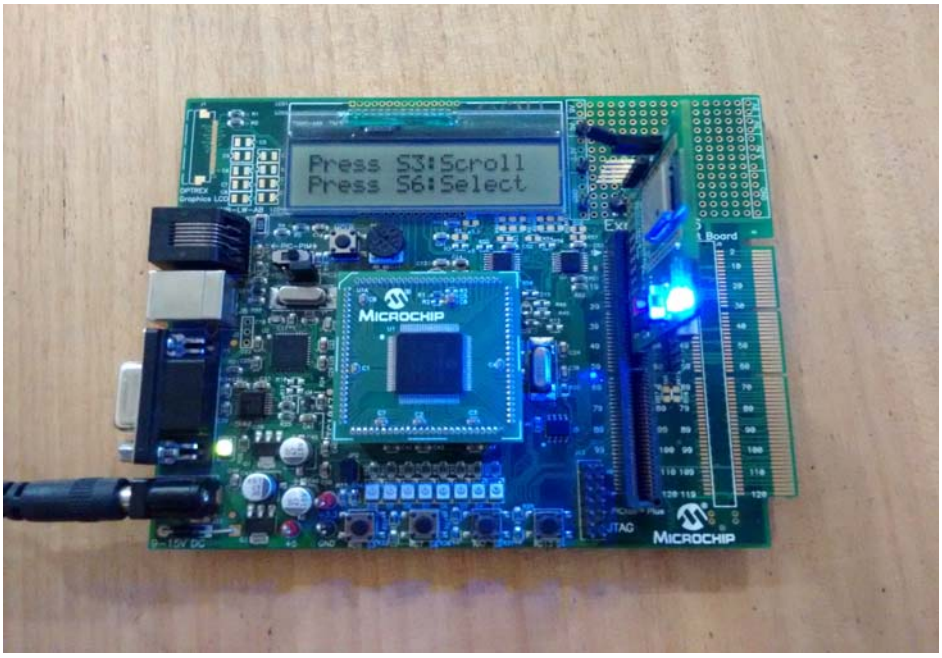


图7：　　扫描模式下的BLE中央节点

图8给出了显示滚动和选择开关的BLE中央节点演示。图9给出了连接模式下的BLE中央节点。

图8：　　滚动和选择模式下的BLE中央节点



© 2015 Microchip Technology Inc.

图9： 连接模式下的BLE中央节点

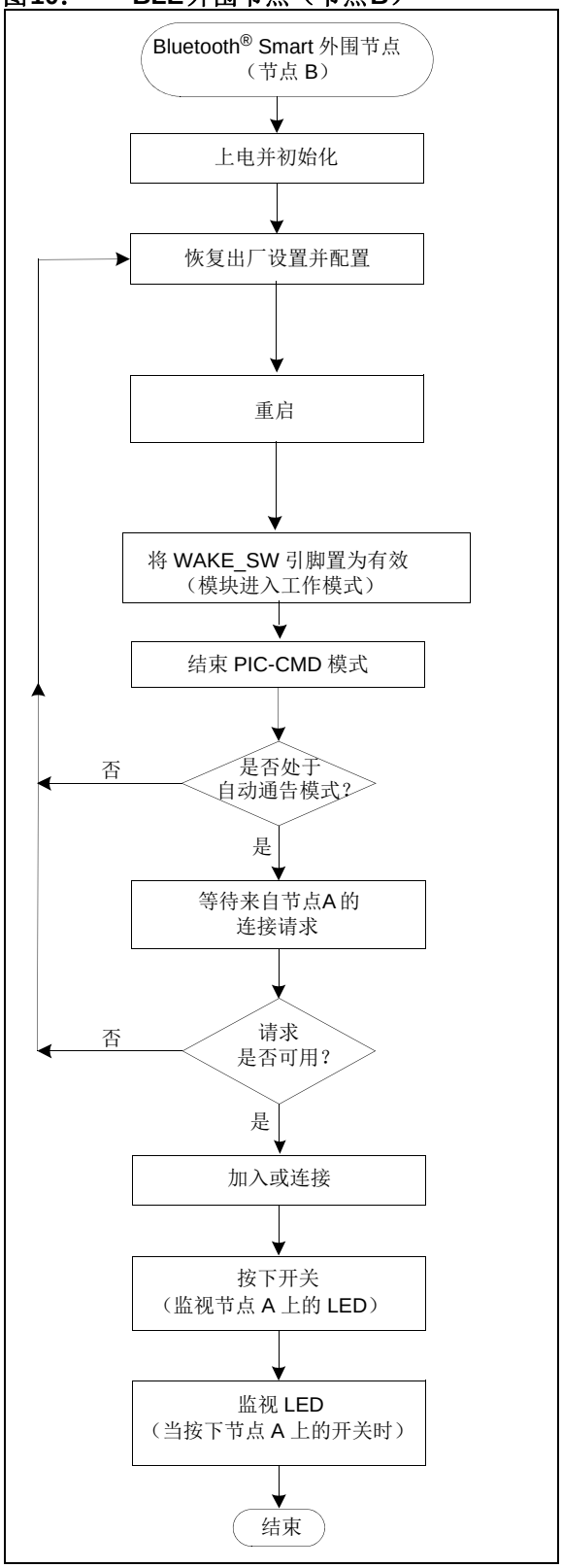
将节点B配置为外围节点

使用演示代码，将第二个RN4020模块（称为模块B）配置为外围节点（节点B）。发出下述命令来配置器件：

1. 将WAKE_SW拉高，进入命令模式。（在子板上，这是默认状态）。
2. 打开连接到模块B串行端口的终端仿真器，设置如下参数：
   - 波特率：115200
   - 数据位数：8
   - 奇偶校验：无
   - 停止位数：1
   - 流控制：硬件
3. `SF,1 //` 恢复出厂设置。
4. `SR,32000000 //` 将器件设置为具有自动通告功能的外围节点，支持MLDP和流控制功能。
5. `R,1 //` 重启器件以使更改生效。

图10给出了BLE外围节点（节点B）流程图。

图10： BLE外围节点（节点B）



© 2015 Microchip Technology Inc.

图11和图12给出了BLE外围节点（节点B）的配置模式和自动通告模式。

图11：　配置模式下的BLE外围节点

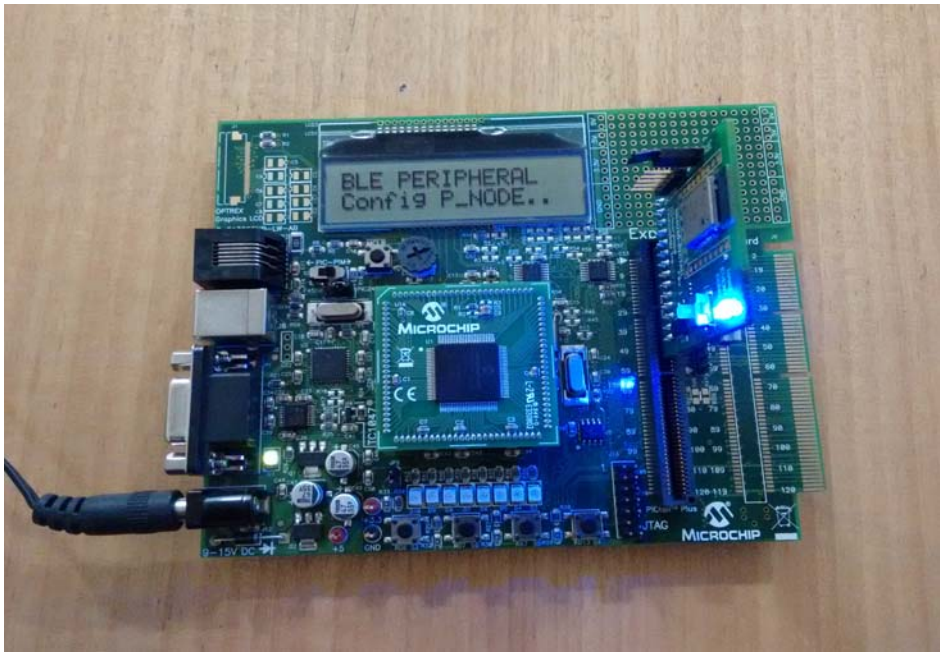


图12：　自动通告模式下的BLE外围节点

图13给出了连接时的BLE外围节点。

图13： 连接模式下的BLE外围节点

© 2015 Microchip Technology Inc.

连接两个器件

当模块B上电时，它将自动启动通告功能，因为已使用“SR”命令使能了自动通告功能。然后，模块A将使用“F”命令发现模块B：

F // 开始扫描

扫描结果显示三个元素：MAC地址、MAC地址类型和器件名称（例如，00035B0358E6,0,MCHP-LE,-50）。

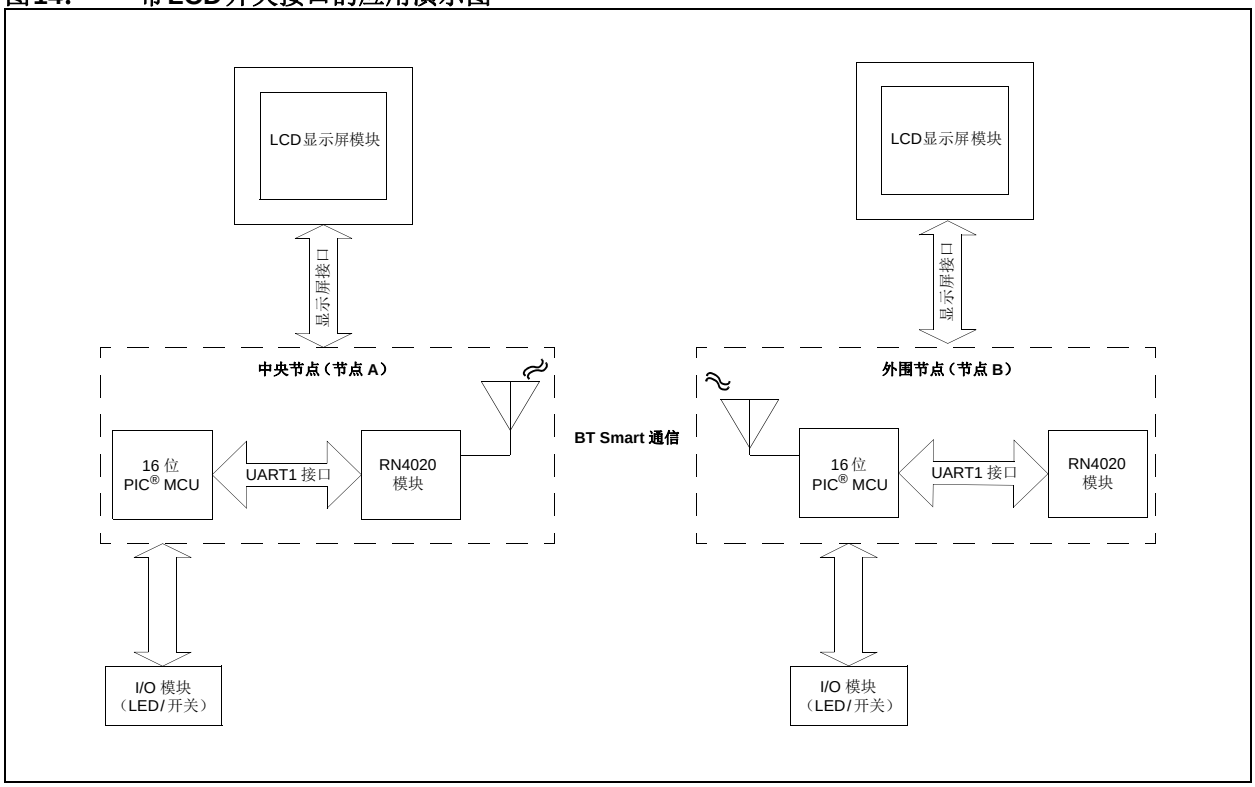
依次输入“X”命令和“E”命令，停止扫描并建立连接：

X // 停止扫描

E,0,00035B0358E6 // 尝试与公共MAC地址为0x00035B0358E6的器件建立连接。

图14给出了使用终端仿真器接口的应用演示图。

图14：　带LCD开关接口的应用演示图



MLDP模式详细信息

通过将CMD/MLDP引脚置为高电平进入MLDP模式后，来自UART的所有数据都将以数据流的形式发送到对等设备。要退出MLDP模式，必须将CMD/MLDP引脚置为低电平，这样RN4020模块便可通过向UART输出“CMD”返回命令模式。CMD/MLDP引脚（引脚8）用于在使用MLDP串行数据服务时控制RN4020模块。有关MLDP命令的更多信息，请参见《RN4020 Bluetooth® 低功耗模块用户指南》（DS70005191A_CN）。

公共服务中的访问和特性通过验证后，即可启动MLDP服务。MLDP服务建立在私有服务基础上，但通过UART向私有特性路由二进制数据读写操作的过程是透明的。要在两个RN4020器件之间使用MLDP服务，两个器件均必须使用 “SR” 命令使能 MLDP。只有两个RN4020模块都使能了MLDP并且已相互连接时，才能启动MLDP模式。要启动MLDP模式，请执行以下操作：

1. 将CMD/MLDP引脚置为高电平。RN4020模块将通过“MLDP”字符串应答，表示MLDP模式已启动。
2. 进入MLDP模式后，来自UART的任何数据都将发送到对等设备。
3. 从对等设备接收MLDP数据时，如果AUTO_MLDP_DISABLE功能已禁止，RN4020模块将自动进入MLDP模式；否则，所有数据都将被忽略，直到CMD/MLDP引脚置为高电平进入MLDP模式为止。
4. 从模块A，将CMD/MLDP引脚置为高电平，并等待至 “MLDP” 输出到 UART。如果模块 B 显示“MLDP”，则在模块A的UART上输入的任何内容都将显示在模块B的UART上，反之亦然。

注：	要退出MLDP模式，只需将CMD/MLDP引脚置为低电平，模块将通过“CMD”字符串应答，该字符串会出现在 UART 上，表示RN4020模块已返回命令模式。需要主机单片机来解析模块的UART上的命令和响应。

5. 在模块B上将CMD/MLDP引脚置为低电平（WAKE_HW和CMD/MLDP引脚有弱下拉电阻，因此如果不拉为高电平，它们将保持低电平）。
6. 模块A上的状态变化将通知给主机。不过，模块A当前处于MLDP模式，并且只有输出MLDP数据会发送到UART。相反，PIO2将置为高电平（RN4020 PICtail板上的红色LED（MLDP_EV）点亮），表示待处理的状态消息将通过UART发送到主机单片机。
7. 在CMD/MLDP引脚置为低电平进入命令模式时，该状态消息将输出到UART。可缓冲的最大状态消息为256字节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

运行演示

如前文所述，根据BLE平台的通信要求，将一个节点配置为外围节点，将另一个节点配置为中央节点。使用以下步骤编程、连接和测试两个无线BLE节点。

1. 使用`BLE_Peripheral.X.production.hex`文件烧写一个电路板，使用`BLE_Central.X.production.hex`文件烧写另一个电路板。
2. 对两个板进行烧写后，外围器件将处于自动通告模式，中央器件将处于扫描模式。
3. 中央节点具有一个用于监视的LCD以及两个用于滚动和选择的开关。
4. 使用开关SW3从中央节点滚动到特定的外围节点。
5. 使用开关SW6选择外围节点。
6. 选择后，外围节点将连接到中央节点，RN4020 PICtail板上用于指示连接的绿色（CONN）LED将点亮。
7. 模块随后将切换到MLDP模式。
8. 从外围节点或中央节点按下开关S3或S6。中央节点或外围节点上的LED D9或D10将发生切换。

图15给出了在MLDP模式下连接的中央节点和外围节点。

图15： 在MLDP模式下连接的中央节点和外围节点

BLE SMART通信

注：

© 2015 Microchip Technology Inc.

附录A： 源代码

软件许可协议

Microchip Technology Incorporated（“公司”）随附提供的软件旨在提供给您（该公司的客户）使用，仅限于且只能在该公司制造的产品上使用。

该软件为公司和/或其供应商所有，并受适用的版权法保护。版权所有。任何违反前述限制的使用将使其用户遭受适用法律的刑事制裁，并承担违背此许可的条款和条件的民事责任。

该软件“按现状”提供。不提供保证，无论是明示的、暗示的还是法定的保证。这些保证包括（但不限于）对出于某一特定目的应用此软件的适销性和适用性默示的保证。在任何情况下，公司都将不会对任何原因造成的特别的、偶然的或间接的损害负责。

本应用笔记中提及的所有软件都以单个WinZip归档文件的形式提供。可从Microchip公司的网站下载该归档文件：www.microchip.com。

附录B： 源代码文件列表

表1提供了用作中央节点（节点A）一部分的源文件。

表1： 中央节点源文件

文件名称	文件类型	说明
Central	.c和.h文件	中央节点命令状态机
Central_string	.c和.h文件	中央节点所需的命令和响应字符串
Config	.h文件	PIC24F器件配置
Config_fuse	.c文件	用于配置PIC24F的配置熔丝
LCD	.c和.h文件	LCD接口
Main	.c和.h文件	初始化PIC24F器件
UART	.c和.h文件	RN4020的UART驱动程序接口

表2提供了用作外围节点（节点B）一部分的源文件。

表2： 外围节点源文件

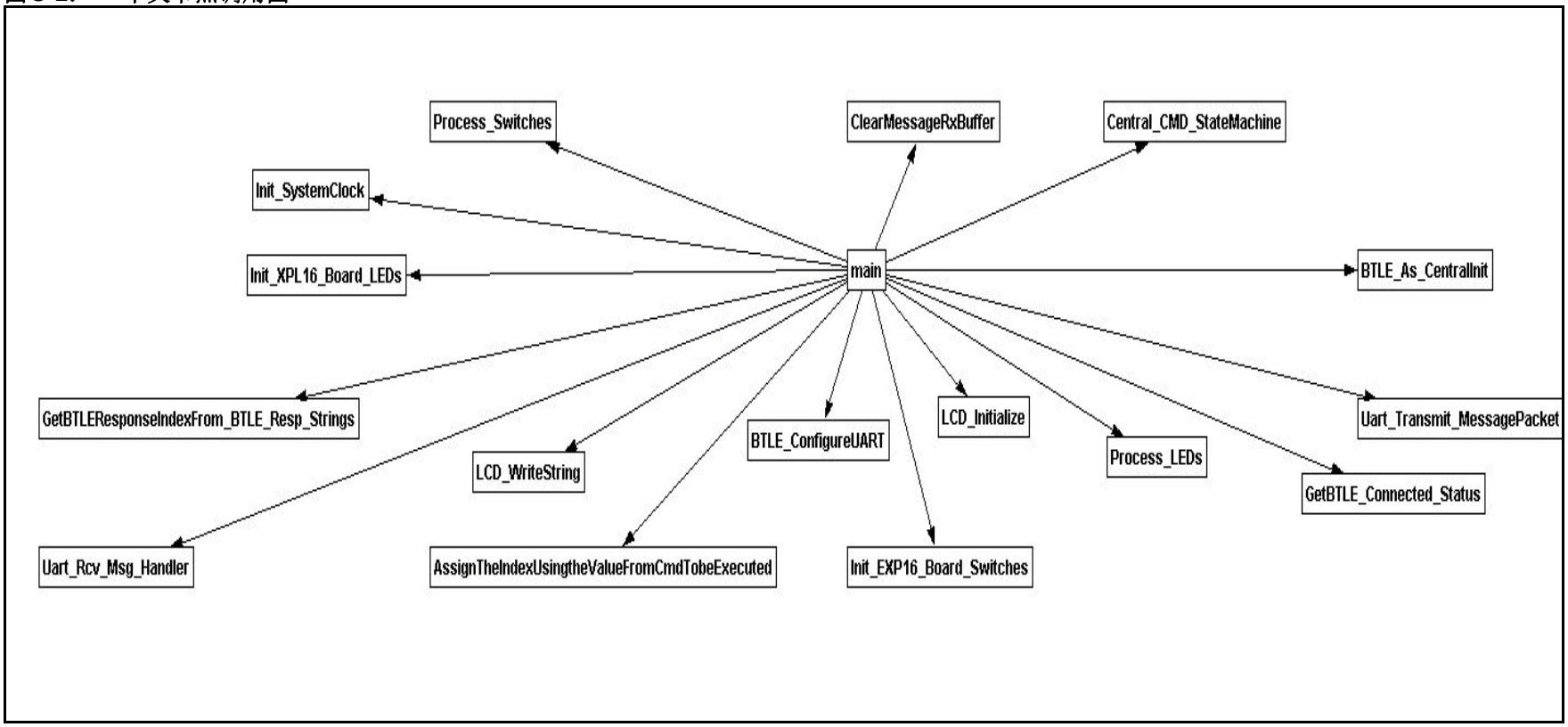
文件名称	文件类型	说明
ADC	.c和.h文件	不用于本演示应用
Config	.h文件	PIC24F器件配置
Config_fuse	.c文件	用于配置PIC24F的配置熔丝
LCD	.c和.h文件	LCD接口
Main	.c和.h文件	初始化PIC24F器件
Peripheral	.c和.h文件	外围节点命令状态机
Peripheral_string	.c和.h文件	外围节点所需的命令和响应字符串
UART	.c和.h文件	RN4020的UART驱动程序接口

© 2015 Microchip Technology Inc.

附录C： 源代码调用图

图C-1给出了应用代码中的中央节点main()程序使用的函数。

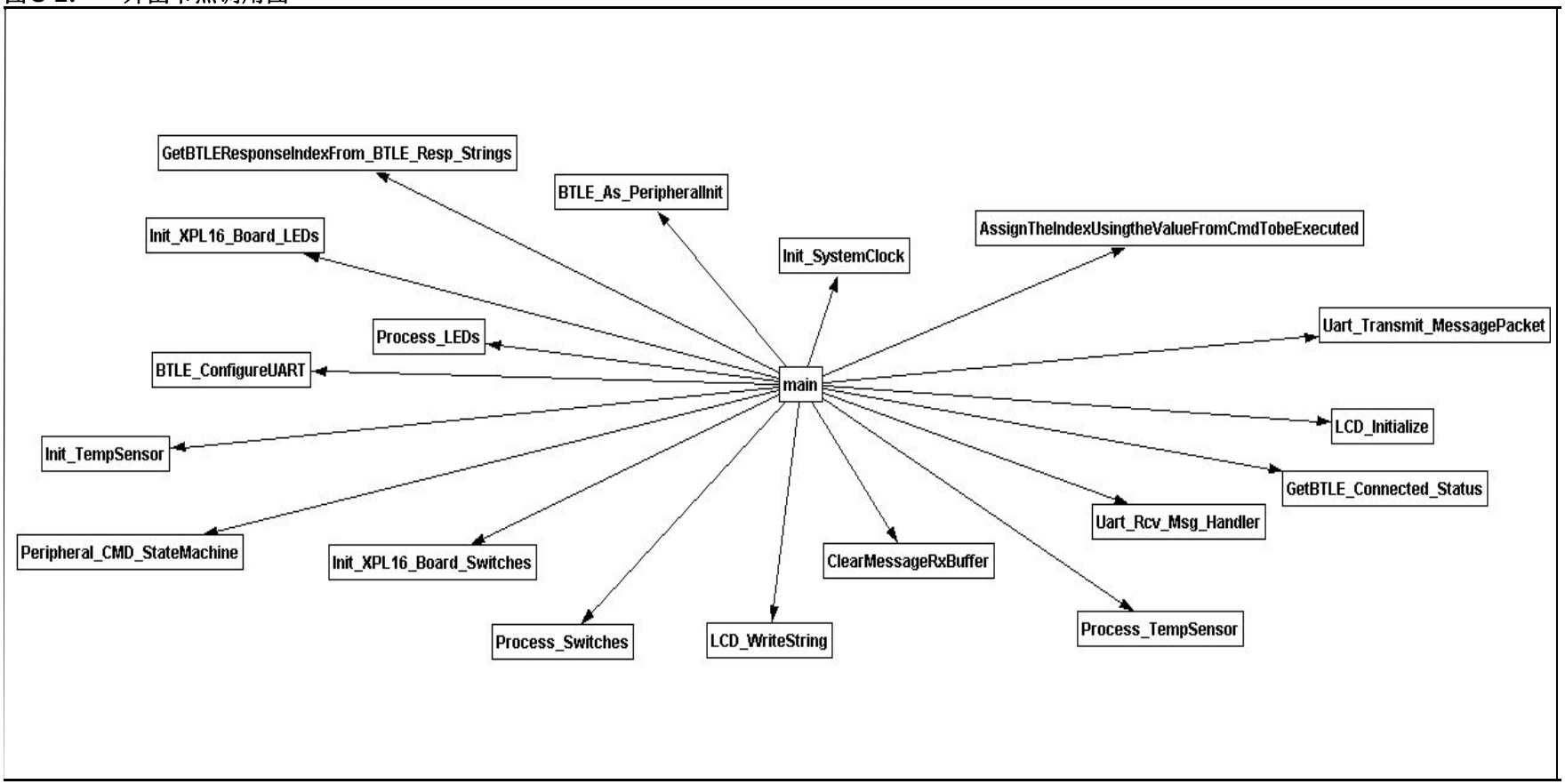
图C-1： 中央节点调用图



© 2015 Microchip Technology Inc.

图C-2给出了应用代码中的外围节点main()程序使用的函数。

图C-2：　外围节点调用图



© 2015 Microchip Technology Inc.

附录D： 参考资料来源

本附录列出了有关本应用笔记中参考的资源列表的信息。

Microchip Technology Inc.资源

- RN4020 Bluetooth®低功耗模块数据手册（DS50002279A_CN）
- RN4020 Bluetooth®低功耗模块用户指南（DS70005191A_CN）
- “RN4020 PICtail™/PICtail Plus Board User’s Guide”（DS50002265）
- Explorer 16开发板用户指南（DS51589A_CN）
- PIC24FJ128GA010系列数据手册（DS39747E_CN）
- MPLAB® ICD 3用户指南（用于MPLAB X IDE）（DS50002081B_CN）

其他资源

- 蓝牙核心规范4.1已采纳的文档：https://www.bluetooth.org/en-us/specification/adopted-specifications
- Bluetooth 4.1 GATT定义浏览器：https://developer.bluetooth.org/gatt/Pages/Definition-Browser.aspx

结论

本应用笔记旨在使Microchip Bluetooth客户对Bluetooth低功耗（BLE）有一个基本了解，并能够使用Microchip BLE RN4020模块。本应用笔记还提供了示例代码，用于通过16位PIC单片机将RN4020模块使能为中央节点和外围节点。接口和代码示例可进一步用作任意用户应用或项目的框架。

注：

© 2015 Microchip Technology Inc.

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。

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，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中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、 dsPIC、 FlashFlex、 flexPWR、 JukeBlox、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 Kleer、 LANCheck、 MediaLB、 MOST、 MOST 徽标、 MPLAB、 OptoLyzer、 PIC、 PICSTART、 PIC32 徽标、 RightTouch、 SpyNIC、 SST、 SST 徽标、 SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

The Embedded Control Solutions Company 和 mTouch 为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、 BodyCom、 chipKIT、 chipKIT 徽标、 CodeGuard、 dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 ECAN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Inter-Chip Connectivity、 KleerNet、 KleerNet 徽标、 MiWi、 motorBench、 MPASM、 MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 MultiTRAK、 NetDetach、 Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、 RightTouch 徽标、 REAL ICE、 SQI、 Serial Quad I/O、 Total Endurance、 TSHARC、 USBCheck、 VariSense、 ViewSpan、 WiperLock、 Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 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 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。

© 2015, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-63277-652-5

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV

═ 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 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和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。

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7828

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

07/14/15

© 2015 Microchip Technology Inc.