

## TI 15.4 协议栈 CC13x0 SimpleLink™ 嵌入式示例 应用程序

### 内容

1	简介 .....	2
2	所需硬件 .....	2
3	所需软件 .....	2
4	背景 .....	3
5	将项目导入 CCS 工作区 .....	3
6	配置设置 .....	5
7	针对收集器示例应用程序进行编程 .....	7
8	针对传感器示例应用程序进行编程 .....	8
9	启动基于 TI 15.4 协议栈的网络 .....	8
10	将传感器器件连入网络 .....	9
11	数据通信 .....	11
12	附加信息 .....	11

### 附图目录

1	处理器支持 (Processor Support) 菜单 .....	2
2	CSS 项目 (CSS Project) 选项卡 .....	3
3	导入所需示例 应用程序 .....	4
4	找到 config.h 文件 .....	5
5	收集器项目 .....	7
6	调试 (Debug) 选项 .....	7
7	终止调试 .....	7
8	收集器上电后的超级终端屏幕截图 .....	8
9	传感器启动时的屏幕截图 .....	9
10	第一个传感器连入网络后的收集器应用程序屏幕截图。 .....	10
11	传感器应用程序连入网络后的屏幕截图 .....	10

### 商标

LaunchPad, SimpleLink, Code Composer Studio are trademarks of Texas Instruments.  
All other trademarks are the property of their respective owners.

## 1 简介

本快速入门指南旨在为使用 TI 15.4 协议栈示例应用程序（发布为 CC13x0 SimpleLink SDK 的一部分）提供快速入门说明。

## 2 所需硬件

如需运行 TI 15.4 协议栈示例应用程序，需要使用以下硬件。

- [CC1310 LaunchPad™](#)（2 块）  
或
- [CC1350 LaunchPad](#)（2 块）
- 具备网络连接功能的 Windows 计算机



## 3 所需软件

从提供的链接中安装所需的以下软件。

- 安装 [CC13x0 SimpleLink™ SDK](#) (simplelink\_cc13x0\_sdk\_1\_00\_00\_xx)。
- 安装 [Code Composer Studio™](#) (CCS) 版本 7.0。
  - 安装 CCS 时，展开处理器支持 (Processor Support) 菜单的 SimpleLink 无线 MCU (SimpleLink Wireless MCU) 列表，然后选择 → SimpleLink CC13xx 和 CC26xx Wireless MCS，如图 1 所示。

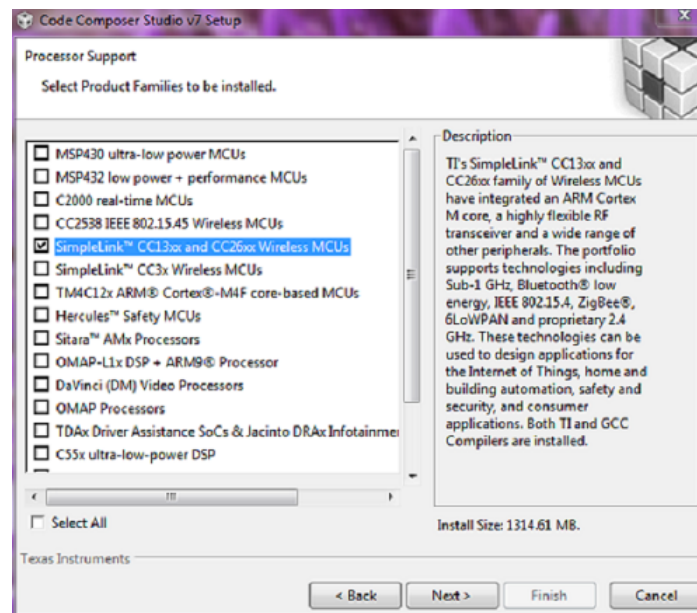


图 1. 处理器支持 (Processor Support) 菜单

- CCS 安装完成后，通过选择帮助 (Help) → 检查更新 (Check of Updates) 应用所有可用更新。

注： 注：该步骤可能需要在应用每项更新时重启 CCS。

- 适用于通用异步收发器 (UART) 数据可视化的超级终端（例如 Tera Term 或 PuTTY）。

## 4 背景

CC13x0 SimpleLink SDK 中包含的 TI 15.4 协议栈示例 应用程序 允许用户创建超低功耗、超长距离星型网络拓扑网络解决方案。下文将介绍两种开箱即用 示例 应用程序。

收集器示例应用程序演示了局域网配置文件 (PAN) 协调器或网络中央节点的开发方法。该应用程序可启动网络，允许器件加入其中并配置该器件报告传感器数据的频率。此后，该应用程序定期发送跟踪请求消息（目标为其预期获得跟踪响应消息的传感器），以确定网络中的传感器节点是否处于活动状态。

传感器示例应用程序演示网络器件（已加入收集器示例应用程序启动的网络）的开发方法。传感器示例应用程序按照收集器示例应用程序配置的报告间隔定期发送传感器数据报告并响应集电极示例应用程序发出的跟踪消息。

## 5 将项目导入 CCS 工作区

注： 在以下章节中，CC1310 和 CC1350 平台的项目名称均称为 CC13x0。根据使用的无线 MCU，将 x 替换为 1 或 5。

1. 打开 CCS 并选择项目 (Project) 选项卡，然后选择导入 CCS 项目 (Import CCS Projects)... 选项（请参见图 2）。

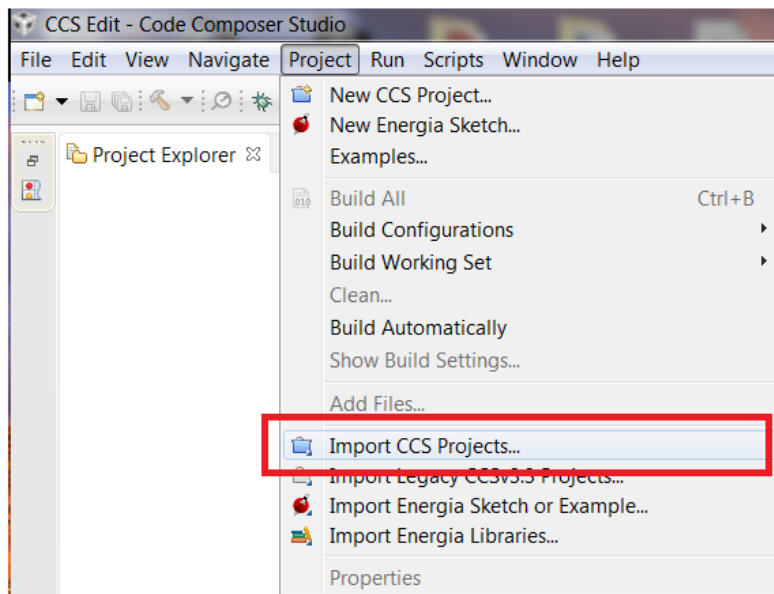


图 2. CSS 项目 (CSS Project) 选项卡

- 按照图 3 中的说明导入所需示例 应用程序。在使用 CC1350 LaunchPad 时，请注意图 3 中的 xx 表示 TI 15.4 协议栈 SDK 器件发布时的版本号。

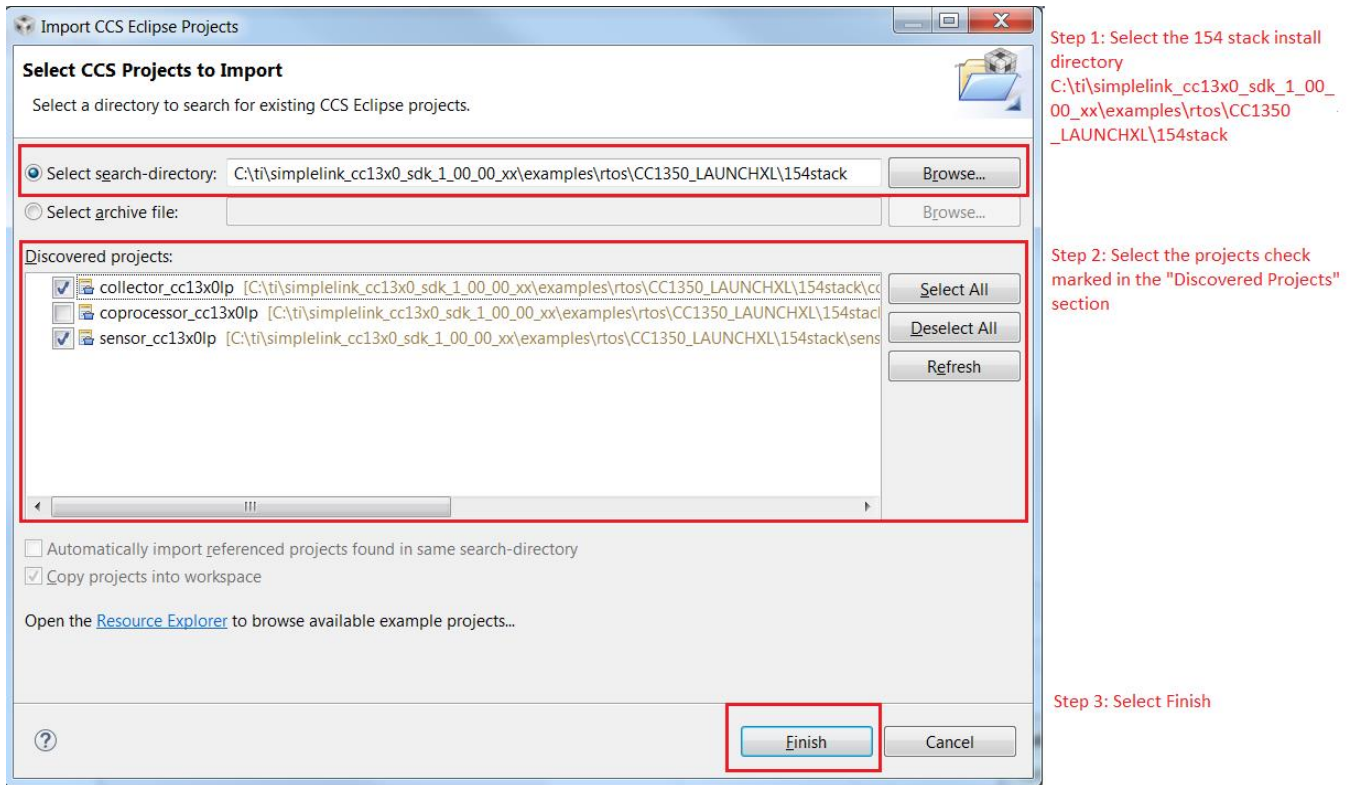


图 3. 导入所需示例 应用程序

注： 如果使用 CC1310 LaunchPad，则安装目录为  
 C:\ti\simplelink\_cc13x0\_sdk\_1\_00\_00\_xx\examples\rtos\CC1310\_LAUNCHXL\154stack

## 6 配置设置

导入项目后，首先为以下参数配置所需设置。

- PAN-ID
- PHY-ID
- 操作通道

**注：** 开箱即用收集器和传感器示例 应用程序 配置为非信标网络运行模式。有关所需网络运行模式的配置方法，请参见《[嵌入式开发人员指南](#)》的第 4.5 节。

此外，开箱即用示例 应用程序 配置的 TI 15.4 协议栈启用所有 功能，例如 支持信标模式、非信标模式和跳频。有关如何仅启用所需 15.4 协议栈功能并降低应用程序的闪存及随机存取存储器 (RAM) 占用率的详细信息，请参见《[嵌入式开发人员指南](#)》的第 4.5 节。

对于用于快速入门指南的非信标模式开箱即用配置，上述设置的传感器和收集器项目必须匹配。

要在收集器应用程序项目中配置设置，请按以下步骤操作。

1. 选择 CCS 项目资源管理器 (Project Explorer) 窗口中的 collector\_cc13x0lp 项目。
2. 查找 config.h 文件。请参见图 4 了解查找方法。

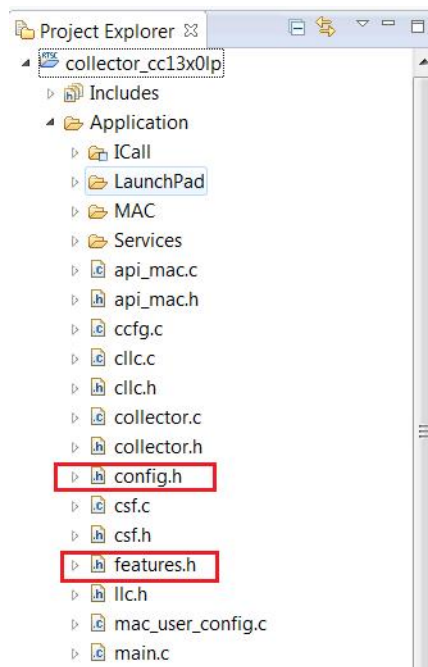


图 4. 找到 config.h 文件

**注：** 导入项目后，config.h 和 features.h 文件随即打开。开箱即用 features.h 无需任何更改，工作模式编译为支持安全功能的非信标模式。

3. 将 `#define CONFIG_PAN_ID` 设为所需值。
  - 将 `CONFIG_PAN_ID` 设置为 `0xFFFF` 允许器件使用任意 PAN。
4. 根据感兴趣区域设置 Phy ID。
  - 对于美国（或 915MHz 频段操作），请按如下所示使用开箱即用的 `CONFIG_PHY_ID` 设置：

```

/! Setting for Phy ID */
#define CONFIG_PHY_ID                (APIMAC_STD_US_915_PHY_1)
    
```

- 对于欧洲的 ETSI PHY（或 868MHz 频段操作），请按如下所示配置参数 `CONFIG_PHY_ID`：

```

/! Setting for Phy ID */
#define CONFIG_PHY_ID                (APIMAC_STD_ETSI_863_PHY_3)
    
```

5. 在 `CONFIG_CHANNEL_MASK` 中设置首选操作通道。

```

/!
Channel mask used when CONFIG_FH_ENABLE is false
Each bit indicates if the corresponding channel is to be
scanned First byte represents channel 0 to 7 and the last byte represents
channel 128 to 135
*/
#define CONFIG_CHANNEL_MASK          { 0x0F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, \
                                       0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, \
                                       0x00, 0x00, 0x00, 0x00 }
    
```

---

注： `CONFIG_CHANNEL_MASK` 字节 1 的最高有效位 (MSB) 代表通道 7，字节 2 的 MSB 代表通道 15 等，因此 `0x0F` 表示通道 0、1、2 和 3。

---

各频段提供的通道编号如下。

- 902–928MHz (50kbps): 0 至 128，例如：  
`CONFIG_PHY_ID = APIMAC_STD_US_915_PHY_1` 时
- 863–870MHz (50kbps): 0 至 33，例如：  
`CONFIG_PHY_ID = APIMAC_STD_ETSI_863_PHY_3` 时

针对 `sensor_cc13x0lp` 项目的 `config.h` 文件执行同一配置设置。

---

注： 在执行后续前，必须按照 6 节所述配置传感器和收集器应用程序项目的 `config.h` 文件。

---

## 7 针对收集器示例应用程序进行编程

1. 将 LaunchPad 与 PC 相连并将其命名为 collector-launchpad，原因是我们将在其中针对收集器应用程序进行编程。
2. 右键单击 collector\_cc13x0lp 项目并选择编译 (Build) 选项（请参见图 5）。该操作将编译收集器应用程序项目。

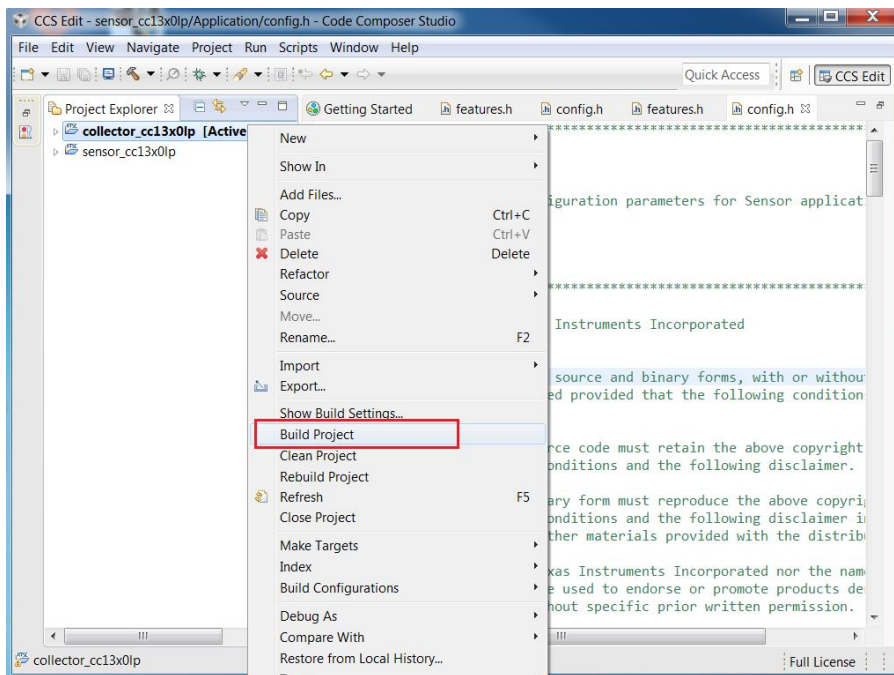


图 5. 收集器项目

3. 将项目下载至 collector-launchpad。要从运行 (Run) 选项卡进行下载，请选择调试 (Debug) 选项（请参见图 6）。

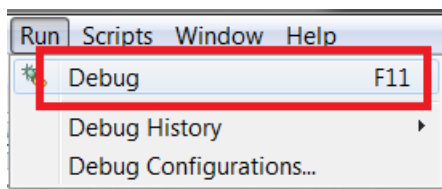


图 6. 调试 (Debug) 选项

4. 下载完成后，随即显示以下画面。选择终止 (terminate) 选项以终止调试会话（请参见图 7），然后继续执行下一步。

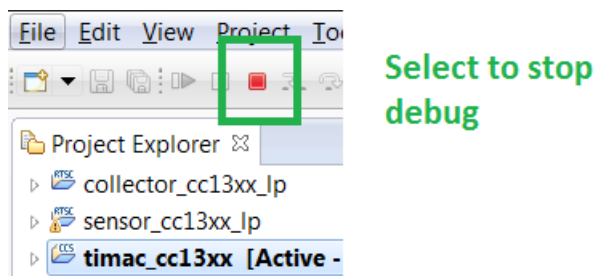


图 7. 终止调试

5. 断开该 LaunchPad 的电源。



## 8 针对传感器示例应用程序进行编程

1. 将第二个 CC1310 或 CC1350 LaunchPad 上电并命名为 sensor-launchpad。
2. 右键单击 sensor\_cc13x0lp 项目并选择编译 (Build) 选项。该操作将编译传感器应用程序项目。
3. 在第二个 CC1310 或 CC1350 LaunchPad 中下载项目。
4. 下载完成后终止调试会话。
5. 断开该 LaunchPad 的电源。

## 9 启动基于 TI 15.4 协议栈的网络

将第一个 LaunchPad (collector-launchpad) 上电。确保网络在红色发光二极管 (LED) 亮起时启动。

**注：** 此时（启动网络后）收集器不允许器件连入网络。收集器已关闭可连入新器件的网络。为使新器件连入网络，请按下 collector-launchpad 中的正确 (Right) 按钮或 BTN-2。再次按下 BTN-2 重新关闭网络，新器件随即无法连入网络。再次按下按钮 2 可允许新器件连入网络。

图 8 显示了收集器上电时，超级终端的 UART 输出。

**注：** UART 超级终端必须配置为以下设置：

- 波特率：115200
- 数据：8 位
- 奇偶校验：无
- 停止：1 位
- 流控制：无

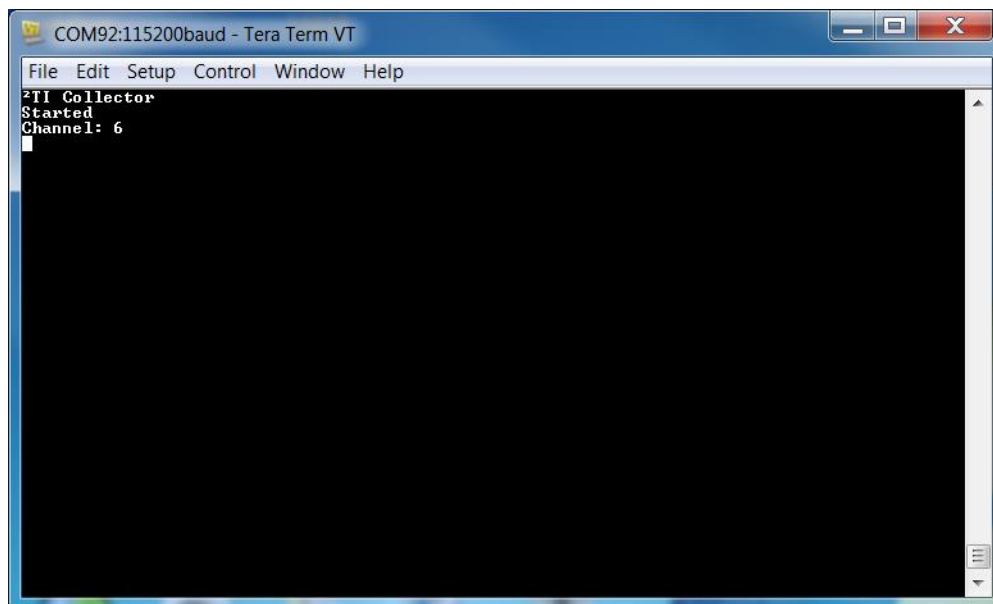


图 8. 收集器上电后的超级终端屏幕截图



## 10 将传感器器件连入网络

1. 为使新器件连入网络，请按下 collector-launchpad 中的正确 (Right) 按钮或 BTN-2。再次按下 BTN-2 重新关闭网络，新器件随即无法连入网络。按下 BTN-2 可以切换为允许或禁止新器件连入网络。当网络对新器件开放时，红色 LED 闪烁；当红色 LED 的状态不为长亮时，新器件无法连入网络。
2. 将第二个 LaunchPad (sensor-launchpad) 上电。此时，该器件尝试连入网络（确保收集器允许新器件连入网络）。图 9 所示为超级终端画面。

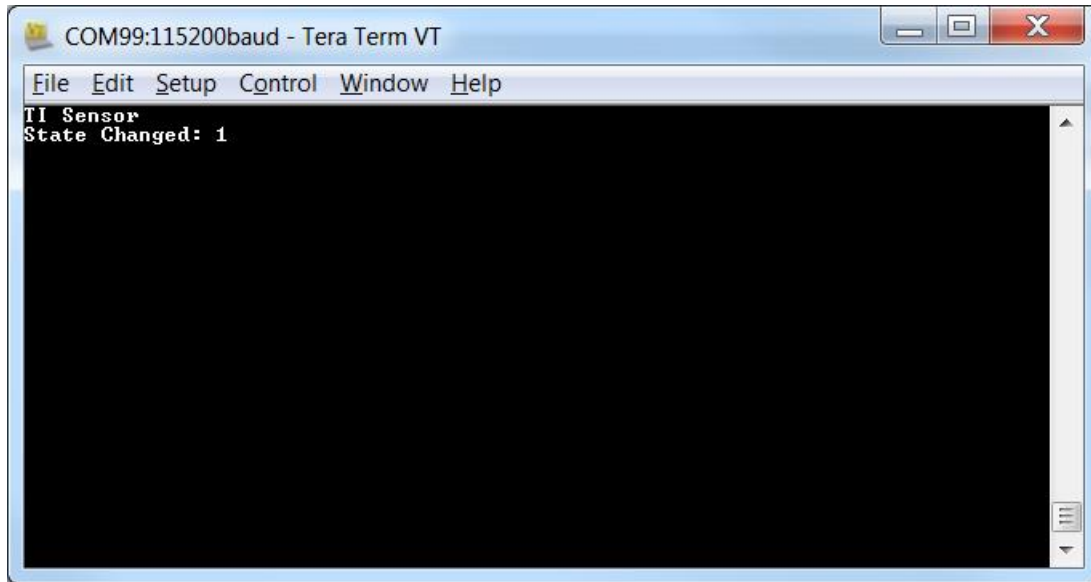


图 9. 传感器启动时的屏幕截图

3. 传感器器件连入网络后，LED1 设置为持续点亮，超级终端显示的画面如图 10（针对 collector-launchpad）和图 11（针对 sensor-launchpad）所示。

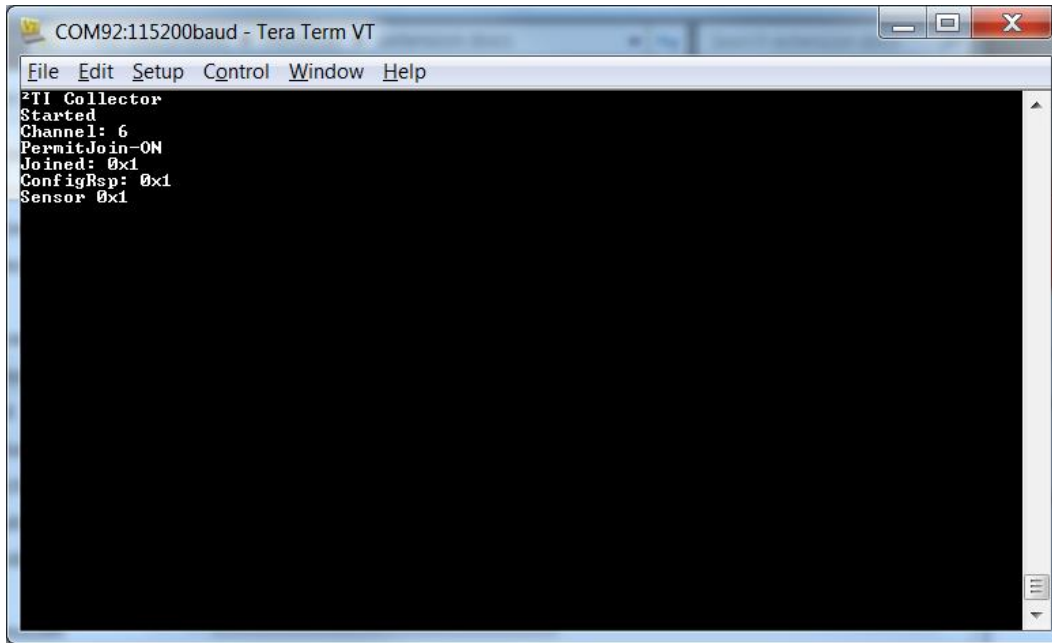


图 10. 第一个传感器连入网络后的收集器应用程序屏幕截图。

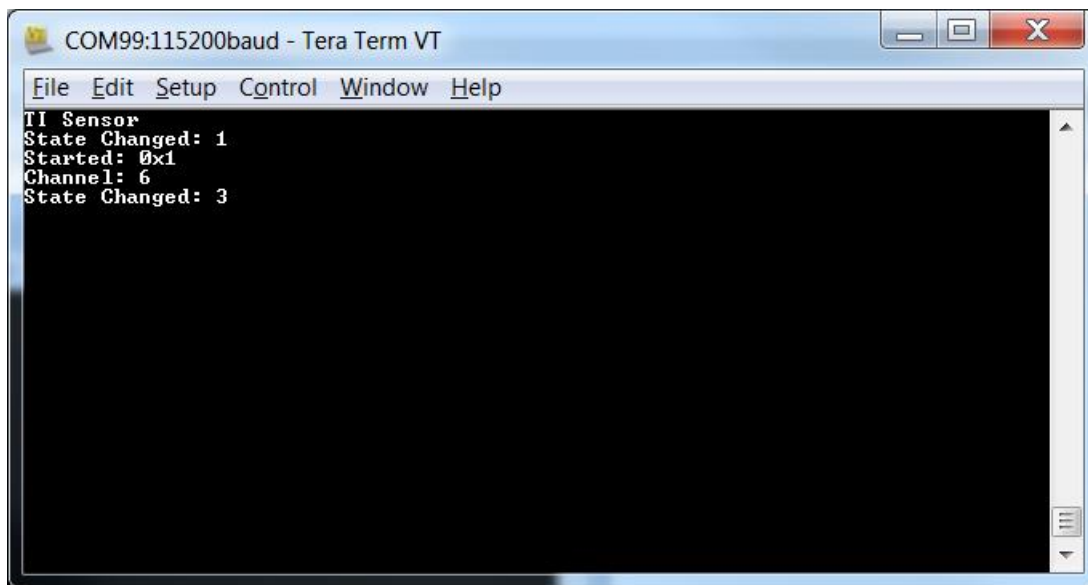


图 11. 传感器应用程序连入网络后的屏幕截图

---

**注:** 网络复位:  
通过清除用于存储网络信息的非易失 (NV) 存储器，可以从零开始重启网络，无需重新烧录器件。通过按住 **BTN-2** 并按下复位 (**reset**) 按钮可完成该任务。

---

## 11 数据通信

收集器应用程序将传感器器件配置为在定义 CONFIG\_REPORTING\_INTERVAL 配置的间隔内定期发送数据（请参见 collector\_cc13x0lp 项目中的 collector.c 文件）。根据以下两种 LED2（绿色 LED）切换情况发送消息：

- 传感器 LaunchPad 每次发出传感器数据报告消息
- 收集器 LaunchPad 每次接收传感器数据报告

收集器可以切换第一个传感器的 LED1（红色 LED）以连入网络。通过按下收集器的 BTN-1 可完成切换。传感器节点的切换操作可能存在轻微延迟（数秒）。产生这种延迟的原因是传感器节点处于休眠模式，仅在接收收集器缓冲的命令时定期唤醒。

## 12 附加信息

相关附加信息，开发人员应参考《TI 15.4 协议栈开发人员指南》和 TI 15.4 协议栈 SDK 安装程序随附的其他文档。

其他实用链接：

- 各种疑问和常见问题均可在 TI e2e 论坛获得解答。用户可以提问并解答其他开发人员的疑问：[http://e2e.ti.com/support/wireless\\_connectivity/proprietary\\_sub\\_1\\_ghz\\_simpliciti/](http://e2e.ti.com/support/wireless_connectivity/proprietary_sub_1_ghz_simpliciti/)。
- [TI 15.4 协议栈 Wiki 页面](#)

## 修订历史记录

注：之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

<b>Changes from Original (June 2016) to A Revision</b>	<b>Page</b>
• 6 节注释中的“0c0F”更改为“0x0F”。 .....	6

---

<b>Changes from A Revision (September 2016) to B Revision</b>	<b>Page</b>
• 通篇将“CC1310”文本更改为“CC13x0” .....	2
• Launchpad 网站由 <a href="http://www.ti.com.cn/tool/cn/430boost-sharp96">http://www.ti.com.cn/tool/cn/430boost-sharp96</a> 更改为 <a href="http://www.ti.com.cn/tool/cn/launchxl-cc1350..">http://www.ti.com.cn/tool/cn/launchxl-cc1350..</a>	2
• 通篇将文本由“TI 15.4 协议栈 SDK”更改为“CC13x0 SimpleLink SDK” .....	2
• 已更改 “ <a href="http://www.ti.com.cn/tool/cn/TI-15.4-STACK">http://www.ti.com.cn/tool/cn/TI-15.4-STACK</a> ”至“ <a href="http://www.ti.com.cn/tool/cn/cc13xx-sw">http://www.ti.com.cn/tool/cn/cc13xx-sw</a> ” .....	2
• CCS 版本由 6.1.2 更改为 7.0 .....	2
• “所需软件”一章增加了步骤 3 (3 节) .....	3
• 更新了“导入所需示例 应用程序” 图像 (图 3) .....	4
• 为“将项目导入 CCS 工作区”一节添加了注释 (5 节) .....	4
• 为“配置设置”一节添加了注释 (6 节) .....	5
• 将收集器示例应用程序的编程步骤重新排序 (7 节) .....	7
• “collector_cc1310_ip”通篇更改为“collector_cc13x0lp” .....	7
• 更新了收集器项目图像 (图 5) .....	7
• 通篇将“CC1310”文本更改为“CC1310”或“CC1350” .....	8
• 通篇将“sensor_cc1310_ip”文本更改为“sensor_cc13x0lp” .....	8
• 将传感器示例应用程序的编程步骤重新排序 (8 节) .....	8
• 8 节的文本由“第一个 CC1310 LaunchPad”更改为第二个“CC1310 LaunchPad” .....	8
• “启动基于 TI 15.4 协议栈的网络”章节增加了注释 (9 节) .....	8
• 更新了收集器上电后的超级终端图像 (图 8) .....	8
• 更新了“传感器启动时的画面”图像 (图 9) .....	9
• 更新了“第一个传感器连入网络后的收集器应用程序”图像 (图 10) .....	10
• 更新了“传感器应用程序已连入网络”图像 (图 11) .....	10
• 为“将传感器器件连入网络”章节中增加了注释 (10 节) .....	10
• “数据通信”章节增加了切换 LED 说明 (11 节) .....	11
• “附加信息”章节增加了 Wiki 页面网站 (12 节) .....	11

## 有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等产权包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默认的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司