



工程师专家演
讲即将开始

tech **talks** SESSIONS

5月17日

通过优化的**FG23**来提高电池寿命和性能

适用于**Wi-SUN FAN 1.1**的**FG25**介绍

会议即将正式展开: **0:00**

2023

tech **talks**

WEBINAR SERIES

Welcome

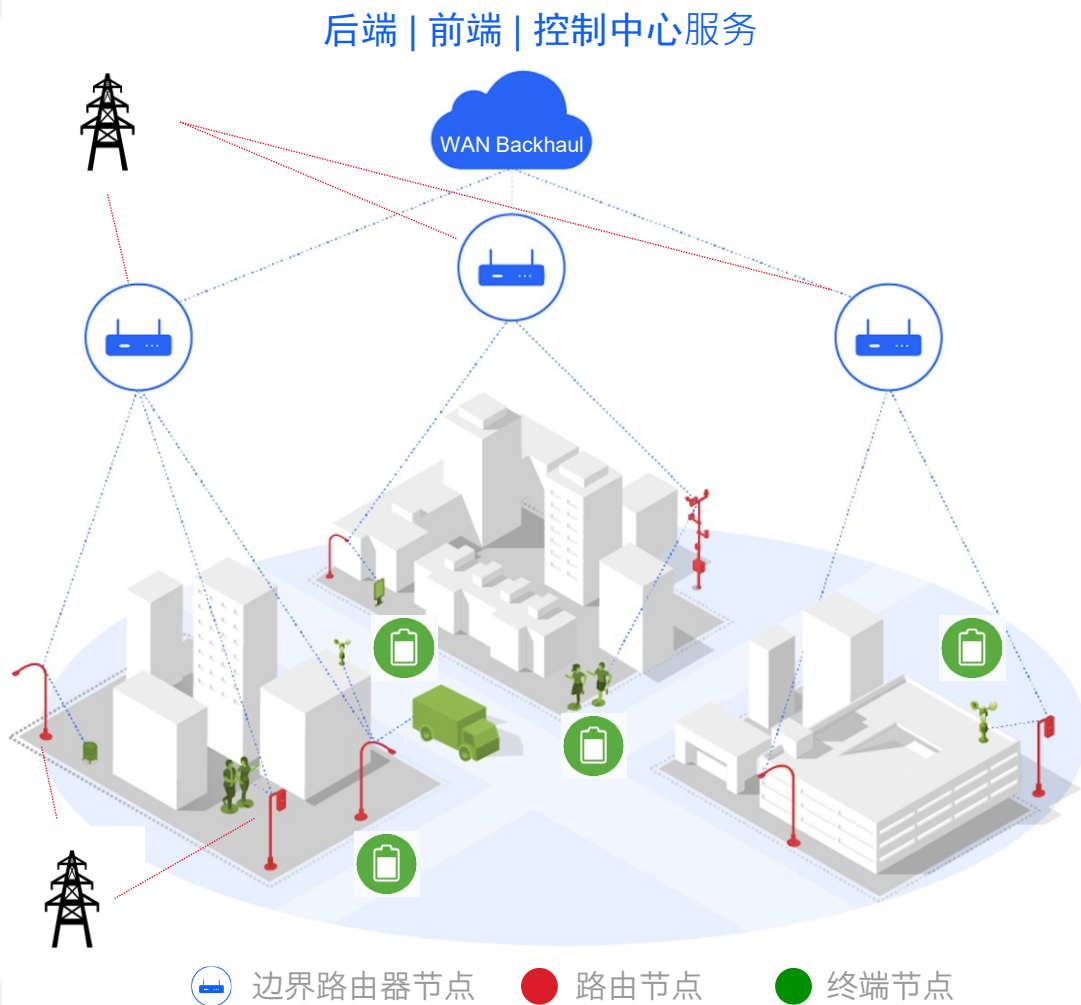
通过优化的 FG23 来提高电池寿命和性能

虞敏敏 (Steven Yu)
芯科科技高级现场应用工程师



LPWAN SERIES

设备架构与类型



- 物联网网络中的相似与相异之处
- 线路供电和电池供电节点的混合配置
 - 网关/边界路由器
 - 线路供电
 - 路由节点
 - 线路供电或电池供电
 - 终端节点
 - 电池供电

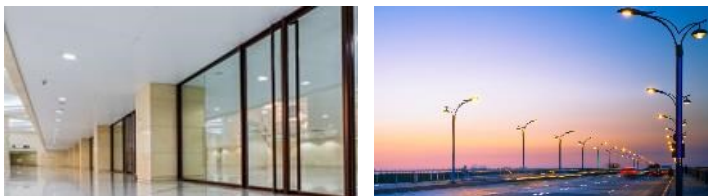
驱动电池需求的用例



- **用户触发或定期唤醒**
 - 设备行为和连接间隔由网络的需要决定
 - 决定以定期唤醒和触发方式唤醒的策略将极大地影响设备功耗
- **无线技术的选择将会影响电池寿命**
 - 不同的网络对于广播间隔、连接维护和协议开销等方面均有不同的要求，这将极大地影响功耗



终端设备的低功耗挑战和解决方案



- 环境感知功能
- MCU唤醒周期影响功耗
- 最小化MCU感应所需的活动电流
- LESENSE和PRS为最小化感知时间提供重要贡献

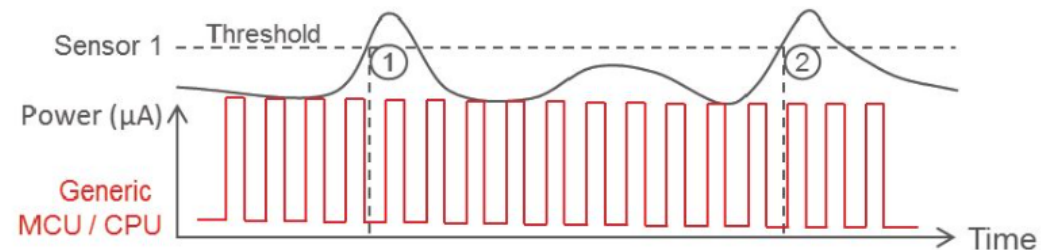


Figure 1: High Energy Consumption with CPU Polling and Active during Every Measurement

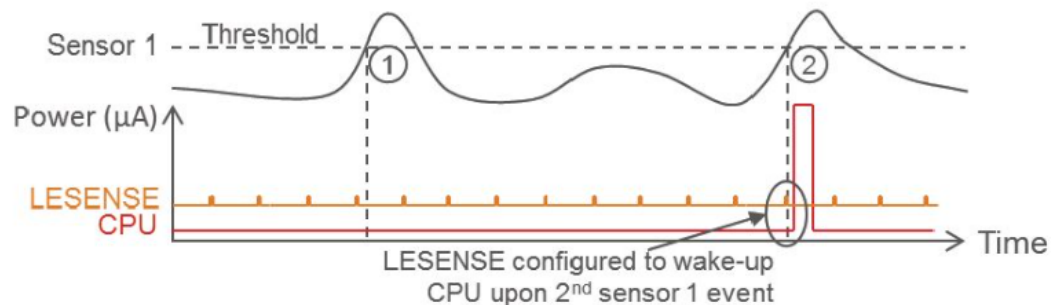


Figure 2: Each LESENSE-Enabled Sensor Input/Output is Independent and Configurable

低功耗
长传输距离
安全



针对计量和家庭/工业自动化应用的sub-GHz无线SoC

高性能无线电

- Up to +20 dBm TX
- -110dBm RX @ 920MHz, 50kbps GFSK
- -126dBm RX @ 915MHz, 4.8kbps O-QPSK
- RX Antenna Diversity
- 110 to 727 MHz and 742 to 970 MHz
- FSK, GFSK, OQPSK DSSS, MSK, GMSK, OOK

低功耗

- 25 mA TX @ +14 dBm, 925 MHz
- 85.5 mA TX @ +20 dBm, 915 MHz
- 4.2 mA RX @ 920 MHz, 400 kbps 4-FSK
- 26 μ A/MHz
- 1.2 μ A EM2 with 16 kB RAM
- Preamble Sense

无线协议

- mioty
- Wireless M-BUS
- Proprietary

ARM® Cortex®-M33 with TrustZone®

- 78 MHz (FPU and DSP)
- 512kB of flash
- 64kB of RAM

安全性

- Secure Vault Mid
- Secure Vault High (select OPNs)

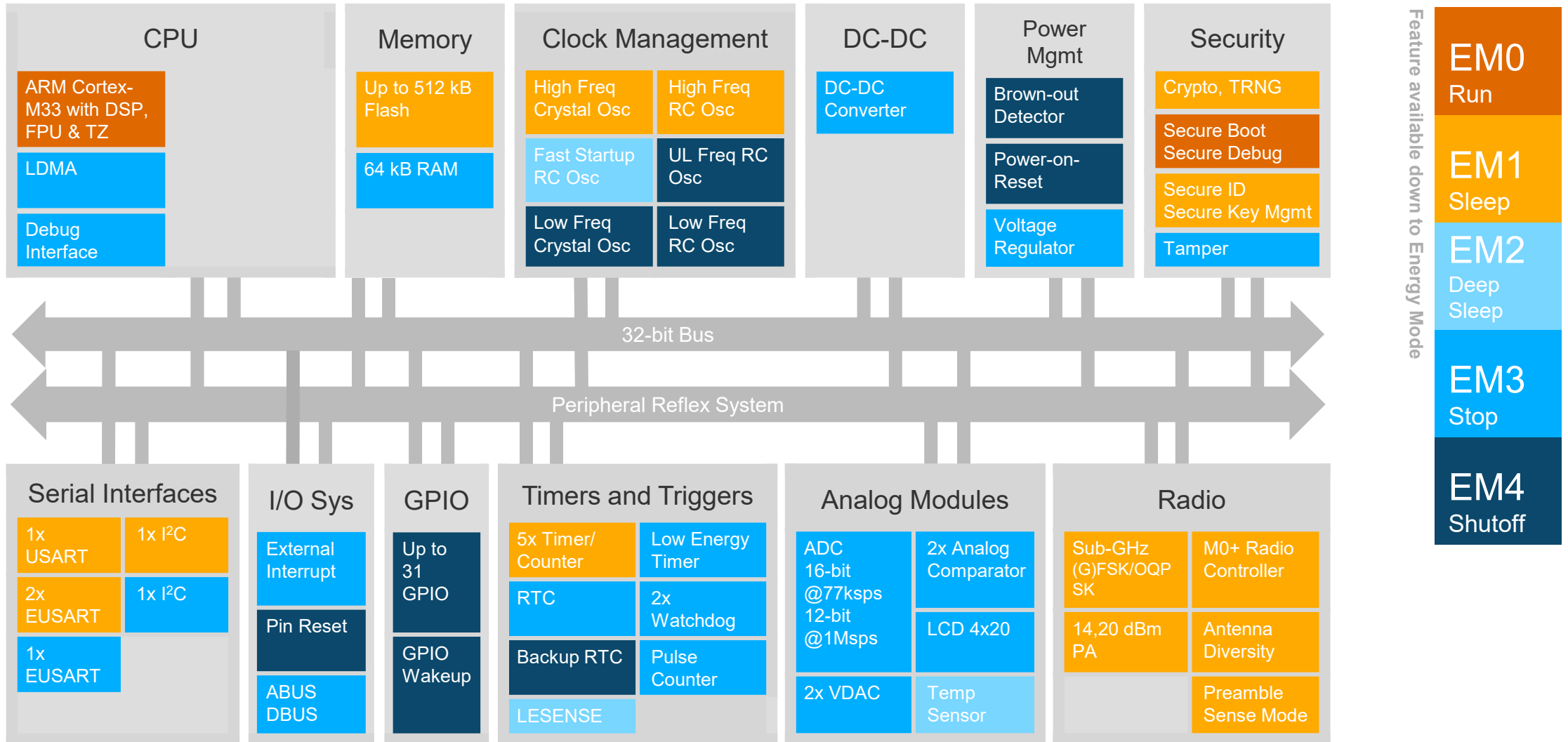
低功耗外设

- EUSART, USART, I²C
- 16-bit ADC, 12-bit VDAC, ACMP
- 20 x 4 LCD Controller
- LESENSE, Pulse Counter
- Temperature sensor +/- 1.5°C

封装尺寸

- 5x5 QFN40 (22/23 GPIO)
- 6x6 QFN48 (31 GPIO)

xG23 框图



— 模拟外设功耗优化

优化降低模拟外设的功耗

- **使用PRS触发，暂停IADC时钟**
 - 不论PRS来源是定时器(例如LETIMER)还是GPIO
 - 电流消耗明显减少(以100 Hz单通道采样为例，功耗降低至20%，如果异步采样，功耗降低更多)
- **在EM2/3低功耗模式下使用占空比采样保持ACMP输入**
 - 支持参考选项(1.25V、2.5V、AVDD分压)和VSENSE0/1电源监控通道(AVDD、DVDD、VDDIO)
 - 每个比较器节省4 μ A的参考输入和1.8 μ A的电源监视器输入功耗
- **在EM2/3低功耗模式下，采样关闭模式最大限度地减少VDAC驱动时间**
 - 利用可能已经连接到VDAC主输出的RC滤波
 - 使用采样关闭模式驱动小于100%占空比的VDAC输出
 - 例如，在占空比为30%时，无论是仅驱动一个还是两个VDAC输出，电流都可减少50%

尽量使用硬件外设节省功耗

■ 不使用IADC读取电池电压

- 当负载电流导致电池输出电压波动时，很难得到准确的结果
- 当静态电流较低时，使用ACMP VSENSE0通道监测EM2模式中的AVDD
- 设置初始门限电压，请求中断以警告低电池状态
- 在随后的较低阈值后进入EM4，直到电池可以充电/更换
- 一旦配置了ACMP，并且在请求中断之前，软件开销为零

■ 使用LDMA在EM2模式中移动数据，而不是通过中断唤醒CPU

- 模拟输入的低频IADC扫描是一个很好的例子
- 在1 Hz时，电流消耗约为100 μA ，以通过中断保存8通道扫描的结果
- 将操作移动到LDMA将其电流减到约18.5 μA ，降低了5.5倍
- CPU必须每8个采样唤醒一次；LDMA在唤醒系统之前可以保存2048个结果

— 其他技术

其他可行的优化

- **关闭部分RAM来保持在EM2 / EM3模式**
 - FG23具有64 kB的RAM，由4个RAM组成，每组RAM为16 kB
 - 如果不需要，您可以在EM2 / EM3中关闭一个或多个RAM组
 - 当前的优化是近似的，每个RAM bank为100 nA
 - 但是，至少有一个RAM bank (bank 0)必须保持启用状态
- **在EM2 / EM3模式中启用电压缩放，并使用VSCALE0电平**
 - 内部电压将下降到0.9 V，这将减少EM2 / EM3的电流消耗
 - 然而，当使用降压时，EM2 / EM3的唤醒时间会稍微增加，因为内部调节器需要更多的时间来稳定在EM0 / EM1活动模式中使用的更高电压水平。
- **关闭EM2 / EM3的调试接口**
 - 如果不需要调试，请确保在EM2 / EM3中不启用调试接口
 - → 清除EMU_CTRL寄存器中的EM2DBGGEN位元

其他可行的优化

- **使用LESENSE (在xG23设备上) 自动传感器采样**
 - LESENSE可以自动对电阻式、电感式和电容式传感器进行采样，一旦满足某些传感器条件，就会触发中断
- **减小有效电流(EM0 / EM1):**
 - 如果应用程序可以以较低的速度运行，则降低时钟速度。
 - 例如，让应用程序从HFRCO运行，并将其时钟频率降低到1 MHz

简单易用的开发环境



Simplicity Studio 5

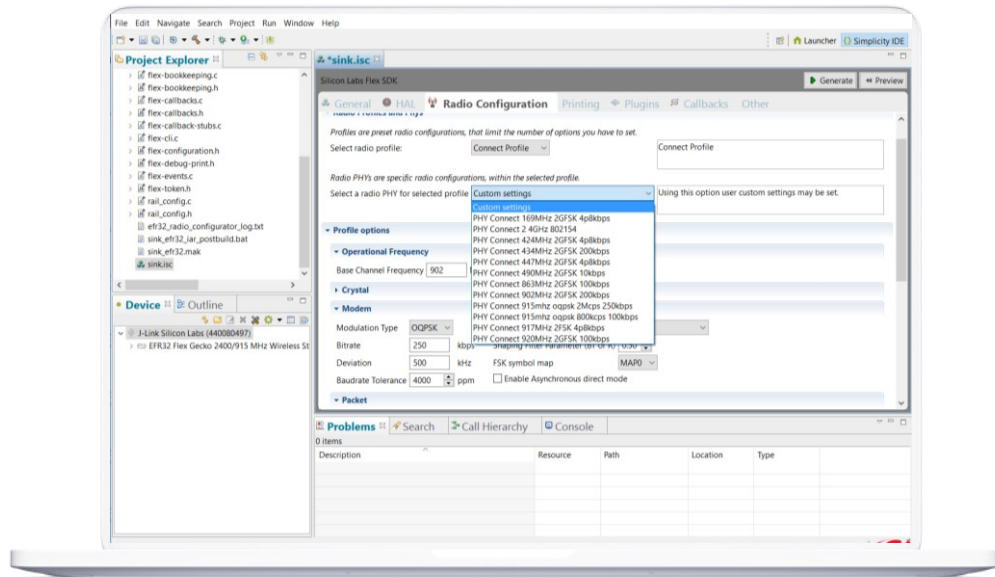
• 界面

- ▶ 新颖、创新、简洁
- ▶ 直观的开箱即用体验
- ▶ 快速访问开发人员资源
- ▶ Linux, Mac & Windows

• 工具

- ▶ 实用的配置工具
- ▶ 编译器
- ▶ 错误与验证
- ▶ IDE与命令行支持
- ▶ 图形化硬件配置器
- ▶ Energy Profiler – 可视化能量分析
- ▶ Network Analyzer – 数据包捕获与解码





配置和优化无线性能的工具

快速的无线配置和原型设计

- 面向多数常见地区的预定义PHY设置
- 能够为专有无线应用程序创建自定义PHY设置

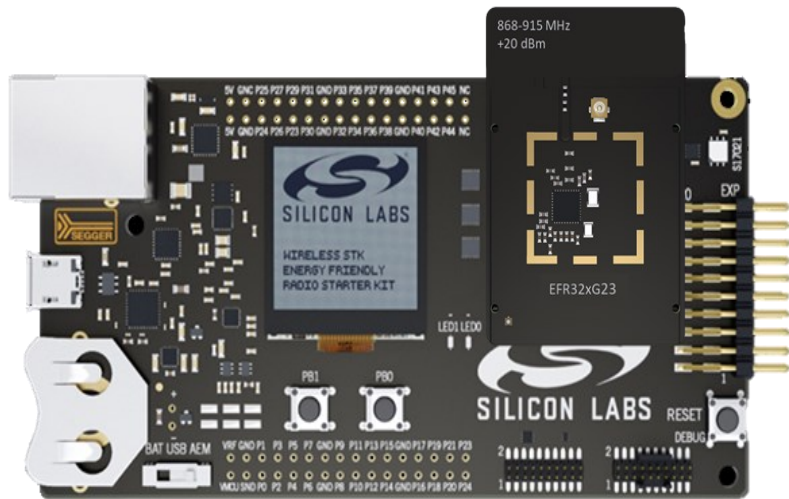
直观的图形用户界面配置PHY参数

- 频率，信道间距，调制方式
- 比特率，符号映射，符号编码，滤波
- 时序检测， AFC, AGC等

让无线工程师快速学习使用

- 用户可读配置
- 无需学习特定的无线寄存器和其他IC内部信息

EFR32FG23 SoC评估套件



简单的开发套件，提供更好的用户体验

Simplifies Development

Pro kits contain:

- 1 x WSTK main board
- 1 x radio board
- Antenna(s)
- USB cable

Radio Board kits contain:

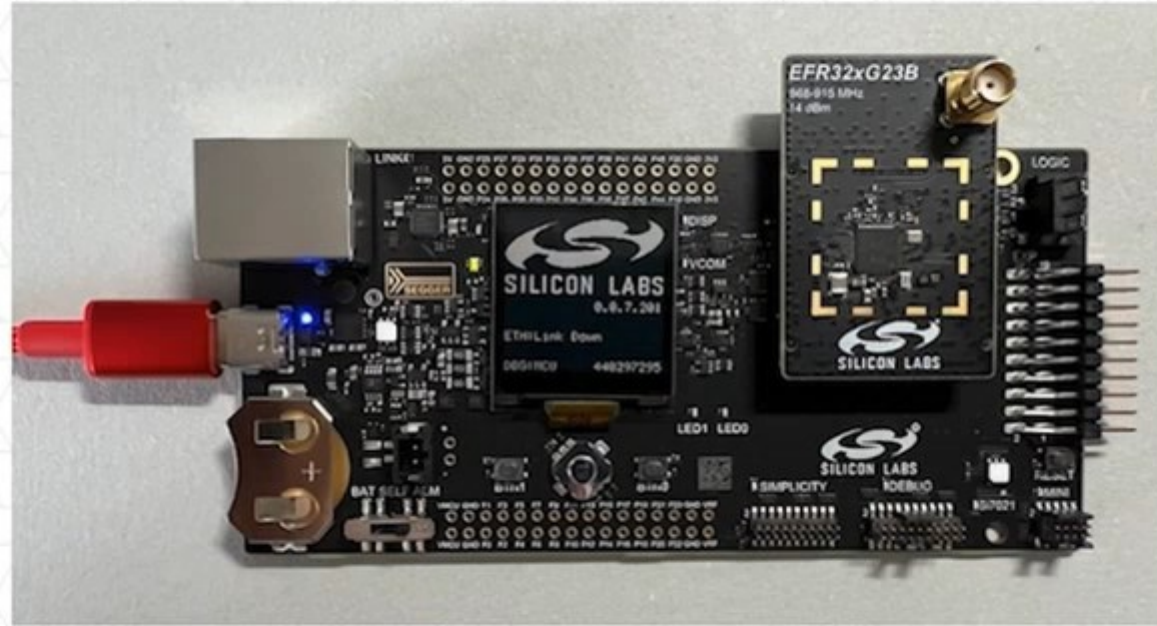
- 1x x radio board
- Antenna(s)

Out-of-Box Application

- Boards are pre-programmed with the range test application
- Configure & control from the development board via buttons and LCD

Order Part Number	Description
xG23-PK4204D	xG23 868-915 MHz +14 dBm Pro Kit
xG23-PK4210A	xG23 868-915 MHz +20 dBm Pro Kit
xG23-RB4204D	xG23 868-915 MHz +14 dBm Radio Board
xG23-RB4210A	xG23 868-915 MHz +20 dBm Radio Board
FG23-RB4265B	FG23 433 MHz +10 dBm Radio Board
FG23-DK2600B	FG23 868-915 MHz +14 dBm Dev Kit

Demo



2023

tech **talks**

WEBINAR SERIES

Welcome

适用于 Wi-SUN FAN 1.1 的 FG25 介绍

楼旭炯 (Louis Lou)
芯科科技主任现场应用工程师



LPWAN SERIES

EFR32FG25与Wi-SUN FAN 1.1简介



■ EFR32FG25

- 针对Sub-GHz性能的最远距离优化解决方案
- 多速率OFDM, FSK, O-QPSK和(G)MSK调制技术
- 集成PA, 输出功率高达+16dbm(Sub-GHz)
- 更大的闪存, RAM和IO, 提供更好的系统集成
- Secure Vault™ - 业界最高级别的安全保障

■ Wi-SUN FAN 1.1

- 扩增OFDM调制技术允许高达2.4 Mbps的数据速率并实现低延迟
- 完整的解决方案, 包括边界路由器, 路由器, 线路供电端节点(包括休眠端设备)
- OFDM和FSK的并发操作
- 调制和数据速率交换, 达成更稳固的网络

FG25关键优势



■ 支持OFDM

- Silicon Labs产品组合中首款支持Wi-SUN OFDM调制PHY层的SoC
- 数据速率高达3.6 Mbps
- 传输距离和数据速率显著优于FSK类型调制

■ 同步侦测 (优化的PHY设置)

- 可以同时检测FSK和OFDM消息
- 提供额外的网络灵活性和优化

■ 高性能MCU

- ARM Cortex®-M33 – Up to 97.5 MHz

■ 有效的内存和外设

- 高达1920 kB闪存和512 kB RAM
- 包含USB设备功能
- 提供37个GPIO

OFDM

- 发明于20世纪80年代用于DAB系统
- 在20世纪90年代随着数字电视(欧洲和日本)而逐渐流行, 随后在Wi-Fi (802.11g/n)中更加盛行。
- 多载波调制
- 主要优势:
 - 多路径的鲁棒性
 - 运营商致力于同步, 其他业者则专注于数据
 - OFDM具有内置的灵活性/可扩展性
 - 对于给定的OFDM选项, 所有MCS模式的同步相同->无需配置即可在模式之间轻松切换(包内信令)
 - Wi-SUN Option 3的示例:
 - 从鲁棒模式 (-115 dBm, 25 kbps)
 - 到非常高效的模式 (-101 dBm, 600 kbps)
- **Wi-SUN OFDM比FSK增加了更高的比特率**
 - 高达300kbps (EU), 1.2Mbps (JP), 以及2.4 Mbps (US)
 - 提升数据传速率
 - 减少了相同负载的广播时间, 从而提高了网络性能
 - 尽管OFDM Tx的消耗高于FSK Tx, 但更短的OFDM传送减少了功耗

Wi-SUN OFDM优势－欧洲，印度和新加坡

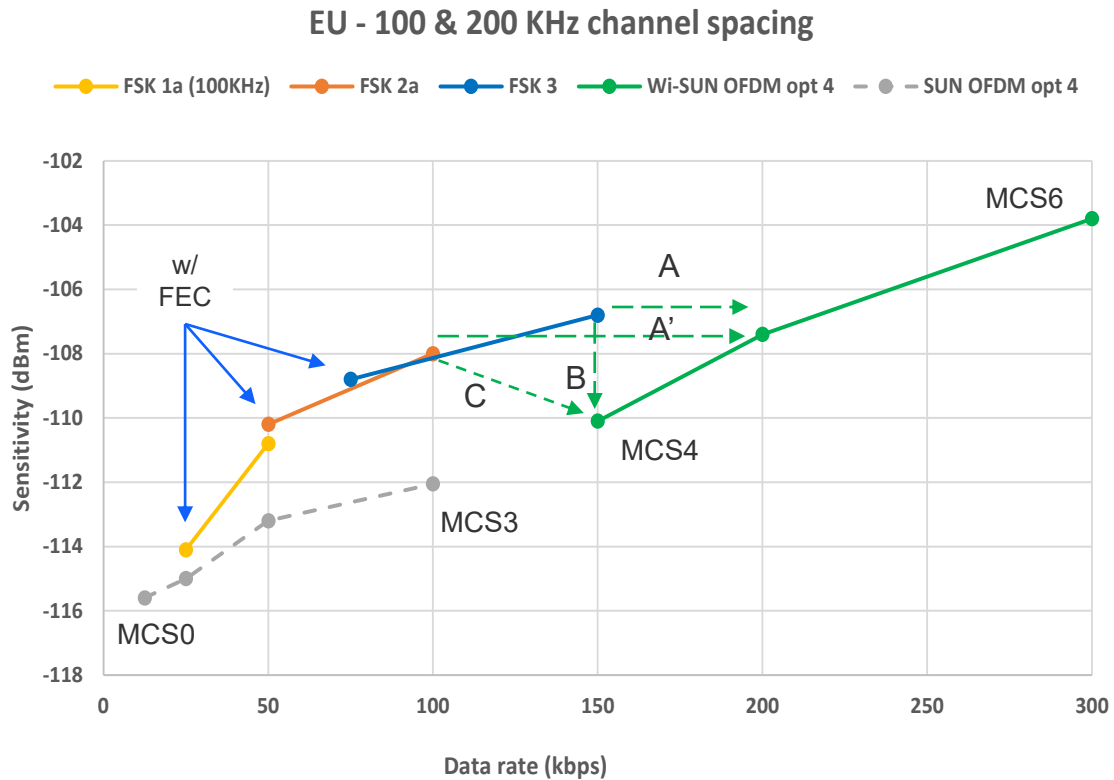
- 欧洲－印度－新加坡：
 - 100 KHz channel spacing for FSK #1a
 - 200 KHz spacing for FSK #2a, #3 and OFDM option 4

■ OFDM带来的优势

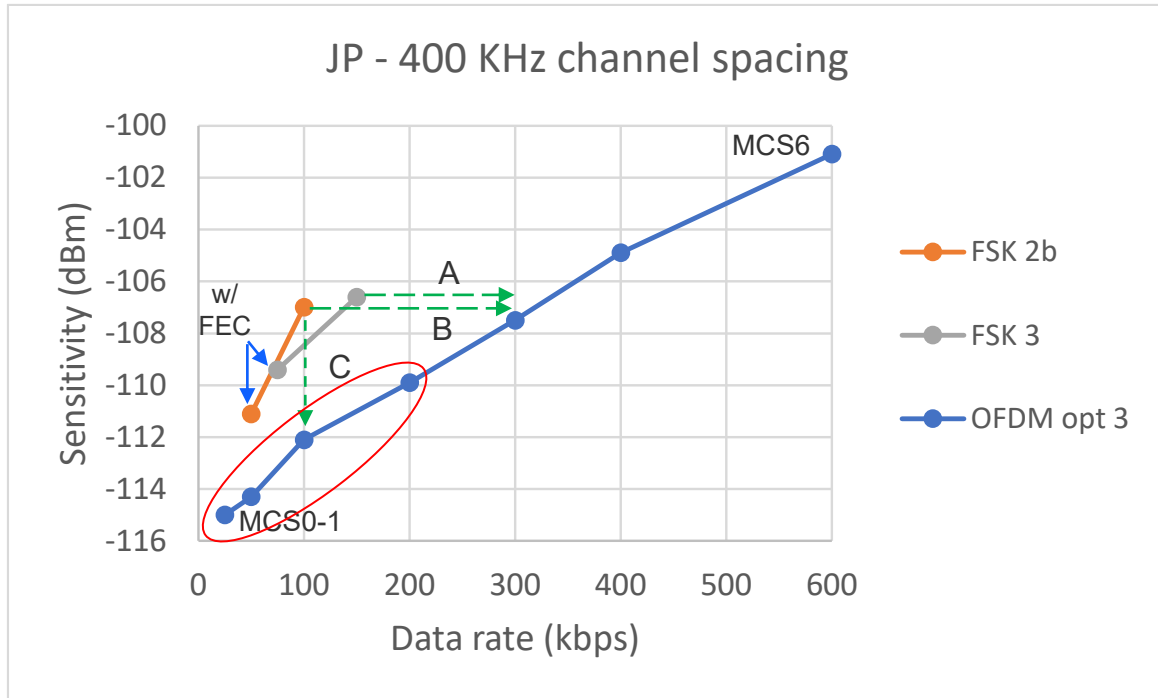
- 当链路预算允许时，可提供更高的吞吐量
 - Up to 300 kbps vs 100 (#2a) or 150 (#3)
- 在相同范围提供更高的比特率
 - A: +30% bitrate (FSK #3 to MCS5)
 - A': doubled bitrate (FSK #2a to MCS5)
- 或者对于给定的比特率有更好的范围
 - B: 3 dB improvement (FSK#3 to MCS4)
- 同时具有更好的范围和比特率
 - C: + 50% bitrate and 2 dB better sensitivity
- 通盘考量100KHz信道间隔
 - OFDM MCS4带来三倍的比特率和两倍的频宽

■ 更好的信道利用率

- 更短的传送时间达到更高的数据速率
- 这在印度和新加坡很重要，因为这两个国家的频道范围很窄 (2 & 3 MHz)



示例: Wi-SUN OFDM优势 – 日本



- 400 KHz频宽的示例
- OFDM在相同的范围(灵敏度)带来更高的比特率
 - A: 两倍比特率
 - B: 三倍比特率
- 对于给定的比特率, OFDM带来了更好的范围
 - C: 5 dB改善
- 注: Wi-SUN目前只指定MCS4、MCS5和MCS6

FAN的演进



- 从专有到基于标准的解决方案的转变
 - 易用性
 - 灵活性
 - 避免供应商固定的情况
- 是一种Sub-GHz的IPv6网状网络解决方案，专为智能基础设施提供
 - 可扩展的自愈网状网络
 - 高性能加长传输距离
 - 可互操作和安全

Wi-SUN解决方案架构



■ 边界路由器

- 提供WAN连接性
- 维护源路由表
- 提供节点认证和密钥管理
- 中继PAN范围内的信息，如广播时间表

■ 路由节点

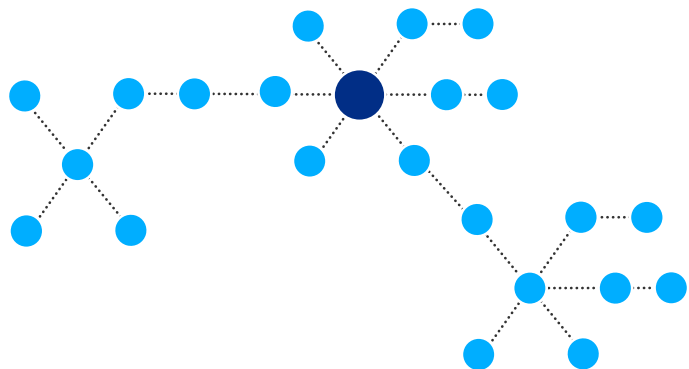
- PAN内封包的上行和下行转发
- 中继协议安全和位址管理

■ 受限功能节点(LFN)

- 发现并加入PAN
- 收发IPv6封包
- 在FAN 1.1引入

Wi-SUN FAN 1.0 vs FAN 1.1

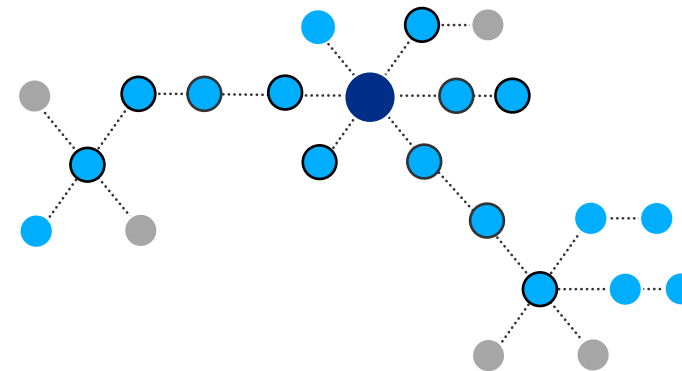
Wi-SUN FAN 1.0



● Border Router ● Node FAN 1.0

- 部署多达数千个节点的网状网络
- 通过6LoWPAN进行IPv6本地通信
- 基于FSK PHY层 (达到300 kbps)
- 可互操作
- 安全

Wi-SUN FAN 1.1

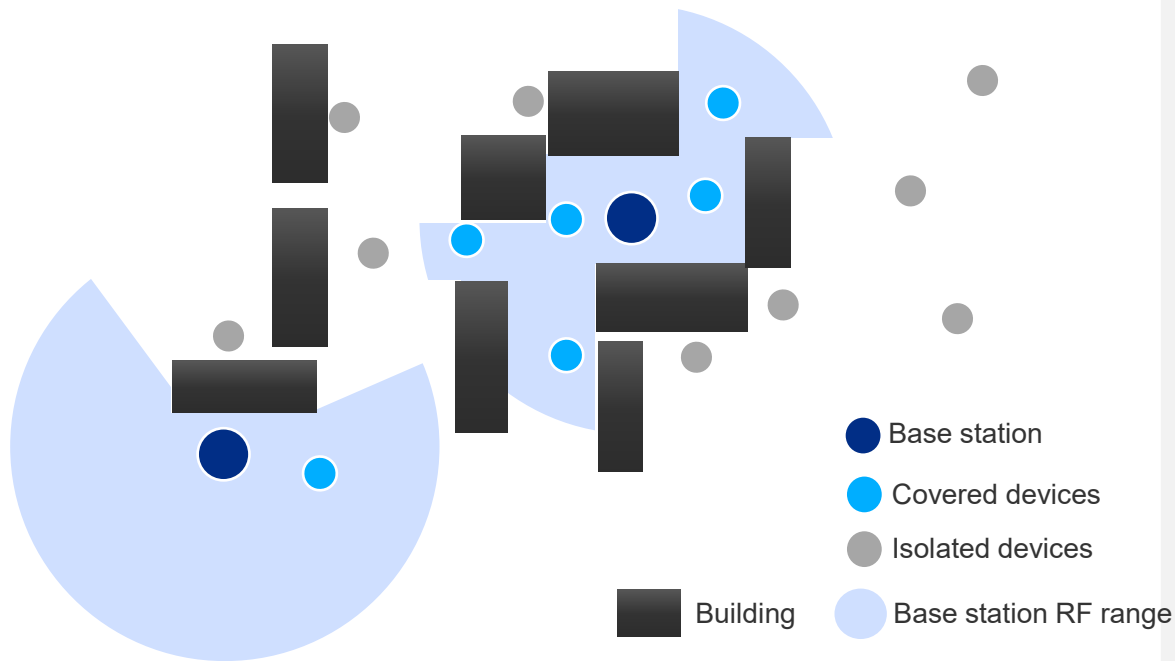


● Border Router ● Node FAN 1.1 ● Node FAN 1.0 ● Sleepy Node

- 在网络中启用电池供电的设备(水/气计量, 智能城市传感...)
- 扩大全球足迹(日本、巴西、欧盟...)
- 引入OFDM PHY层(高达2.4 Mbps), 用于分配自动化等高性能用例
- 节点之间的调制和数据速率协商, 以利用不同的PHY获得最佳性能

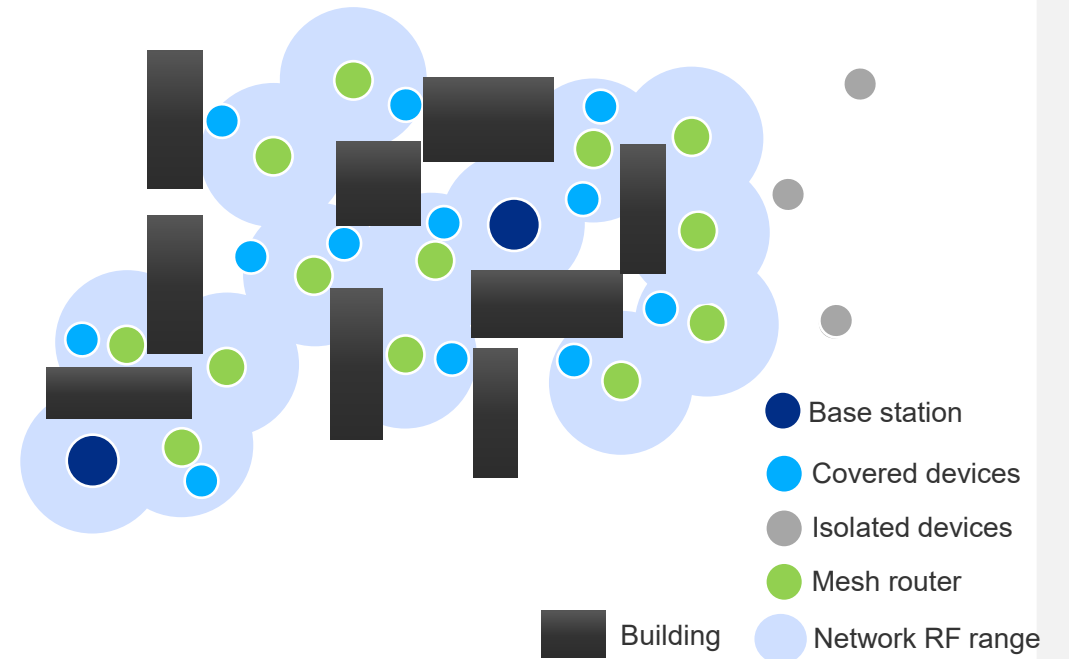
长传输距离 vs IoT网状网络协议

长距离物联网协议



- 星型拓扑包括昂贵的基站
- 在城市环境或具有挑战性的射频布局中，部署足够的基站以覆盖整个区域是冗长的过程

网状网络协议



- 网格拓扑结构更加灵活
- 网状路由器可以部署在电网供电的设备上(电表、路灯.....)
- 对一个区域进行完全的射频覆盖是可能的

启用FG25开发套件：终端节点和边界路由器



EFR32FG25 and Wi-SUN Pro Kits

Kit Contents

Wi-SUN Pro Kits

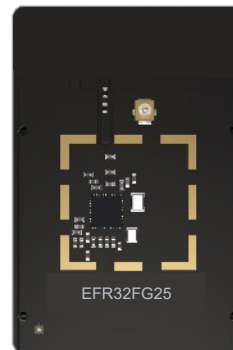
3x BRD4002A WSTK main boards
3x FG25 +16 dBm
3x BRD8016 Expansion board
3x Antenna

FG25 Pro Kits

1x BRD4002A WSTK main boards
1x FG25 +16 dBm
1x BRD8016 Expansion board
1x Antenna

Wi-SUN-PK6015A – 863-870 MHz + 16 dBm
Wi-SUN-PK6016A – 902-928 MHz + 16 dBm

FG25-PK6012A – 863-870 MHz +16 dBm
FG25-PK6011A – 902-928 MHz + 16 dBm



Available Radio Boards

FG25-RB4272A – 470MHz +16 dBm
FG25-RB4271A – 868MHz +16 dBm
FG25-RB4270B – 915MHz +16 dBm

Pro Kit可用于开发终端节点和边界路由器

Debug Adapters: 2

- Wisun BR (ID:440252512)
 - EFR32FG25+EFF01 902-928 MHz +30 dBm Radio Board
 - EFR32FG25B222F1920IM56
 - Wireless Starter Kit Mainboard (BRD4001A Rev A01)
- Wisun device (ID:440149210)
 - EFR32FG25+EFF01 902-928 MHz +30 dBm Radio Board
 - Wireless Starter Kit Mainboard (BRD4001A Rev A01)

My Products

Enter product name

- My Products 1
 - EFR32FG25 863-870 MHz +16 dBm Radio Board (BRD4273A Rev A03)
 - EFR32FG25 902-928 MHz +16 dBm Radio Board (BRD4273A Rev A03)
 - EFR32FG25+EFF01 902-928 MHz +30 dBm Radio Board (BRD4273A Rev A03)
 - EFR32MG12 2400/868-915 MHz 19 dBm Dual Band Radio Board (BRD4273A Rev A03)
 - EFR32xG24 2.4 GHz 10 dBm Radio Board (xG24-RB4186 Rev A01)
 - Si917 Single Band Wi-Fi Transceiver Radio Board (BRD4301A Rev A01)
 - Si917 Single Band Wi-Fi Transceiver Radio Board (BRD4301A Rev A01)

Wisun BR

- OVERVIEW
- EXAMPLE PROJECTS & DEMOS
- DOCUMENTATION
- COMPATIBLE TOOLS

Preferred SDK:

Gecko SDK Suite v4.2.0 [Manage SDKs](#)

Board



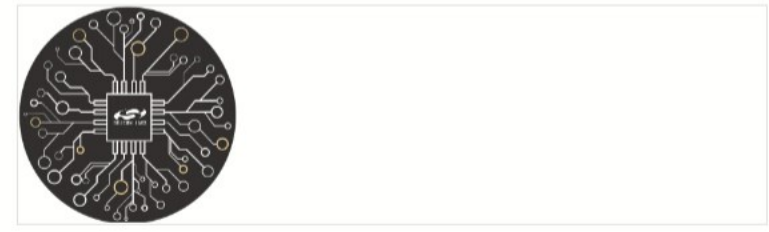
Wireless Starter Kit Mainboard (BRD4001A Rev A01)

[View Documents](#)

Debug Interface:

SWD [Detect Target Part](#)

Board



EFR32FG25+EFF01 902-928 MHz +30 dBm Radio Board (BRD4273A Rev A03)

[View Documents](#)

Debug Interface:

Q&A



LPWAN SERIES

加入更多Tech Talks主题



MATTER

- 6月7日 | **Matter: 从评估到认证**
开始**Matter Over Wi-Fi**的设计
开展您的**Matter**开发之旅

BLUETOOTH

- 7月12日 | **开箱: 探索蓝牙新功能**
蓝牙产品组合: 了解适合您的应用的解决方案
基于低功耗蓝牙的高精度距离测量(**HADM**)最新技术

WI-FI

- 8月2日 | **运用Wi-Fi 6设计低功耗应用**
通过**Always-on**的**Wi-Fi 6**构建智能家居设备
使用**SiWx917**和**Matter**产品开发**Wi-Fi 6**传感器