

## Product Overview

## TI Wi-SUN® FAN 堆栈 - 软件概述



## 摘要

TI Wi-SUN® 软件概述介绍了德州仪器 (TI) 基于 TI Wi-SUN® FAN 1.0 实施的总体 Wi-SUN® FAN 软件内容和支持生态系统。本文档简要概述了 Wi-SUN® FAN 软件的特性和功能，但未介绍具体细节。有关 API 和实现细节的更多信息，请参阅 [Wi-SUN® 开发人员指南](#) 和 [SIMPLELINK-LOWPOWER-F2-SDK](#)。

## 内容

1 首字母缩写词.....	1
2 概述.....	2
3 参考示例.....	3
4 射频协议 - Wi-SUN® PHY.....	4
5 软件方框图.....	4
6 网络拓扑及特性.....	5
7 安全性.....	6
7.1 证书管理.....	7
7.2 密钥交换过程.....	7
8 性能和测试数据.....	7
9 开箱即用体验.....	9
10 培训.....	9
11 工具.....	9
11.1 Code Composer Studio™ IDE.....	9
11.2 SysConfig.....	9
11.3 数据包监听器.....	9
11.4 TI Wi-SUN® FAN Spinel.....	10
11.5 TI wfantund - 用户空间网络接口驱动程序.....	10
12 已知局限性.....	10
13 修订历史记录.....	11

## 商标

LaunchPad™, and SimpleLink™ Code Composer Studio™ are trademarks of Texas Instruments.

Wi-SUN® is a registered trademark of Wi-SUN Alliance.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

Linux® is a registered trademark of Linus Torvalds.

macOS® is a registered trademark of Apple Inc..

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 首字母缩写词

本产品概述使用以下首字母缩写词：

- BR - 边界路由器
- CA - 证书颁发机构
- CLI - 命令行界面
- CoAP - 受限应用协议
- FAN - 现场局域网
- GTK - 组瞬态密钥
- IETF - 互联网工程任务组
- IPv6 - 互联网协议版本 6

- NWP - 网络处理器
- OAD - 无线下载
- PKI - 公钥基础设施
- PMK - 成对主密钥
- PTK - 成对瞬态密钥
- RFC - 请求注解
- RN - 路由器节点 (也称为嵌入式路由器)
- RTOS - 实时操作系统
- UDP - 用户数据报协议

## 2 概述

Wi-SUN® 是基于标准的具有跳频功能的网状网络。Wi-SUN® 联盟 ([wi-sun.org](http://wi-sun.org)) 拥有来自 46 个国家/地区的 300 多个成员，在全球部署了 1 亿多台设备。Wi-SUN® 支持 IPv6 协议组和基于标准的多层安全性。该标准支持多种数据速率和频带，可满足全球不同的监管要求。应用包括智能电网和智能城市应用，且经认证的产品支持多供应商互操作性。

TI 的 Wi-SUN® FAN v1.0.0 设计基于在符合 Wi-SUN® 标准的 TI 15.4 Stack 之上集成的开源 IETF RFC 组件。基于开源 SPINEL 接口提供网络接口模型。客户通常使用 UDP 作为传输层在 IPv6 之上开发应用。

TI 的 Wi-SUN® FAN v1.0.0 设计针对较小的存储器占用空间进行了优化，以适应嵌入式器件，此外还针对低功耗操作进行了优化。软件栈的集成和测试是在已标记的、经过认证的版本中完成的。

表 1. 软件概述

组件	版本
TI Wi-SUN® 版本	v1.0.0
经销商	作为库代码包含在用于 CC13x2 和 CC13x4 器件的 SDK7.10 中
IDE 支持	适用于 Microsoft® Windows® 10、Linux® 和 macOS® 的 CCS v12.5
编译器支持	TI Clang 2.1 LTS
RTOS 支持	TI-RTOS、Free RTOS
支持的器件	边界路由器：CC1312R7、CC1352P7、CC1314R10、CC1354R10、CC1354P10 路由器节点：CC1312R、CC1312PSIP、CC1352R、CC1352P、CC1312R7、CC1352P7、CC1314R10、CC1354R10、CC1354P10
推荐的开发套件	边界路由器：个人计算机 (PC) 主机 + CC1352P7 LaunchPad™ 开发套件或 CC1354P10 LaunchPad™ 路由器节点：CC1352P LaunchPad™ 或 CC1354P10 LaunchPad™

TI 已通过 Wi-SUN® 联盟认证了多个 FAN 配置文件，可在 CC13x2x 以及 CC13x4x10 器件上使用。由于器件内部存储器的限制，并非每个器件都支持 FAN 配置文件。表 2 列出了 Wi-SUN® FAN 配置文件及相应证书和可与相应器件结合使用的 PHY 的证书。

表 2. 适用于 FAN 配置文件和 PHY 的 Wi-SUN® 认证

Wi-SUN® 证书	FAN 配置文件	相应的 PHY
<a href="#">WSA0272</a>	适用于 CC13x2R 或 CC13x2P 的 FAN 配置文件 (路由器)	<a href="#">WSA0260</a> <a href="#">WSA0262 (800MHz)</a>
<a href="#">WSA0273</a>	适用于 CC13x2R7 或 CC13x2P7 的 FAN 配置文件 (路由器)	<a href="#">WSA0261</a> <a href="#">WSA0263 (800MHz)</a>
<a href="#">WSA0278</a>	适用于 CC13x2R7 或 CC13x2P7 的 FAN 配置文件 (边界路由器)	<a href="#">WSA0261</a> <a href="#">WSA0263 (800MHz)</a>
<a href="#">WSA0313</a>	适用于 CC13x4R10 或 CC13x4P10 的 FAN 配置文件 (路由器)	<a href="#">WSA0311</a> <a href="#">WSA0312</a>
<a href="#">WSA0314</a>	适用于 CC13x4R10 或 CC13x4P10 的 FAN 配置文件 (边界路由器)	<a href="#">WSA0311</a> <a href="#">WSA0312</a>

### 3 参考示例

SimpleLink™ SDK 包含许多有关 Wi-SUN® FAN 中不同角色的示例。并非每个角色和示例都适用于每个器件。这是由于某些角色对存储器有一定的要求。因此，具有较小存储器的器件无法用作边界路由器角色。表 3 和表 4 中提供了示例列表和相应的支持器件。

表 3. SDK 中包含的代码示例

应用	使用
适用于 NWP 的 Python 接口模块	从 Linux 或 Microsoft® Windows® 10 PC 控制 NWP 的参考代码。TI <a href="#">GitHub 上的公开内容</a>
NWP 配置中的边界路由器	使用 TI 定义的 API ( 基于 SPINEL 接口层 ) 通过 UART 控制的边界路由器。
NWP 配置中的路由器	使用 TI 定义的 API ( 基于 SPINEL 接口层 ) 通过 UART 控制的路由器节点。
嵌入式路由器示例	具有嵌入式 CoAP 服务器的单芯片路由器示例
具有片外 OAD 功能的嵌入式路由器	具有嵌入式 CoAP 服务器和片外无线下载功能的单芯片路由器示例 ( 适用于 CC13x2x7 器件 )
具有片上 OAD 功能的嵌入式路由器	具有嵌入式 CoAP 服务器和片上无线下载功能的单芯片路由器示例 ( 适用于 CC13x4x10 器件 )

表 4. 在选定 TI 器件上运行的参考示例的可用存储器

代码示例和无线 MCU	SDK 示例名称	可用闪存	可用 RAM	说明
CC1312R7 或 CC1352P7 上的 NWP 边界路由器	ns_br	309kB (44%)	21kB (15%)	用户不需要向 NWP 映像添加代码。用户仅完成电路板级配置。
CC1314R10 或 CC1354R10 上的 NWP 边界路由器	ns_br	633kB (61%)	134kB (52%)	
CC1312R 或 CC1352P 上的 NWP 路由器	ns_node	15kB <sup>(1)</sup> (5%)	14kB <sup>(1)</sup> (19%)	
CC1312R7 或 CC1352P7 上的嵌入式路由器 ( 基于 CoAP )	ns_coap_node	380kB (54%)	88kB (61%)	—
CC1314R10 或 CC1354R10 上的嵌入式路由器 ( 基于 CoAP )	ns_coap_node	704kB (32%)	201kB (77%)	—
CC1312R7 或 CC1352P7 上的片外 OAD ( 基于 CoAP )	ns_coap_oad_offchip	380kB (54%)	88kB (61%)	—
CC1314R10 或 CC1354R10 上的片上 OAD ( 基于 CoAP )	ns_coap_oad_onchip	364kB (34%)	201kB (77%)	保留用于 OAD 映像的 352kB 闪存存储器

(1) 预计未来版本中可用的闪存和 RAM

存储器占用空间基于使用 TIRTOS7 和 TICLANG 编译器。使用 FreeRTOS 或其他编译器时，占用空间可能会有所不同。

## 4 射频协议 - Wi-SUN® PHY

Wi-SUN® 支持多种频率和数据速率，可实现全球覆盖并满足不同的应用需求。北美使用的主要频段为 902MHz 至 928MHz，欧洲为 863MHz 至 876MHz，日本为 920MHz 至 928MHz。Wi-SUN® 联盟成员可获取更多详情和有关频率计划和频道的信息。

**表 5. Wi-SUN® PHY 和 TI 支持概述**

符号速率 (ksymbol/s)	调制指数	Wi-SUN® 模式	频段	监管合规目标
50	0.5	#1a	EU	EN300 220
	1.0	#1b	NA、 BZ、JP	FCC 15.247
100	0.5	#2a	EU	EN300 220 FCC 15.247
	1.0	#2b	NA、BZ、JP	ARIB STD-108
150	0.5	#3	EU、NA、BZ、JP	FCC 15.247 ARIB STD-T108
200	0.5	#4a	NA、 BZ	FCC15.247
	1.0	#4b	JP	ARIB STD-T108
300	0.5	#5	NA、BZ、JP	FCC15.247 ARIB STD-T108

## 5 软件方框图

**表 6. 软件层和 TI 实现概述**

层	Wi-SUN® FAN	TI 路由器和边界路由器
NWP	未定义	基于开源 SPINEL 接口。
安全性	EAP-TLS、802.11i、802.1X	基于开源组件。
传输层	UDP	
网络层	IPv6	
	ICMPv6	
	RPL 6LoWPAN	
数据链路层	跳频 MAC	基于 TI 15.4 Stack。
PHY 层	IEEE 802.15.4g	基于 TI 15.4 Stack。

Wi-SUN® FAN 协议最多定义到传输层，TI 堆栈支持传输层使用 UDP。

## 6 网络拓扑及特性

TI 的 Wi-SUN® FAN v1.0.0 流程支持以下设备类型和设计：

- 边界路由器
  - 基于网络处理器 (NWP) 模式下的 TI CC13x2x7 系列 (704KB) 和 CC13x4x10 系列 (1MB) 存储器器件，需要主机处理器来提供回程连接
  - 支持通过 TI 定义的 NWP 接口 (基于 SPINEL 接口层) 进行 UART 通信
- NWP 模式下的路由器设备
  - TI CC13x2xx 系列 (352KB)、CC13x2x7 系列 (704KB) 和 CC13x4x10 系列 (1MB) 器件均支持
  - 支持通过 TI 定义的 NWP 接口 (基于 SPINEL 接口层) 进行 UART 通信
- 嵌入式路由器
  - 基于 TI CC13x2x7 系列 (704KB) 和 CC13x4x10 系列 (1MB) 存储器器件
  - 提供基于 CoAP 应用的示例实施
  - 无线下载 (OAD) 功能，具有用于 CC13x2x7 系列的片外存储器 (704KB) 和用于 CC13x4x10 系列的片上存储器 (1MB)

网络可以由 Wi-SUN® FAN 中的各类上述设备和角色组成。显示所有角色的一种可能的网络架构如图 1 所示。

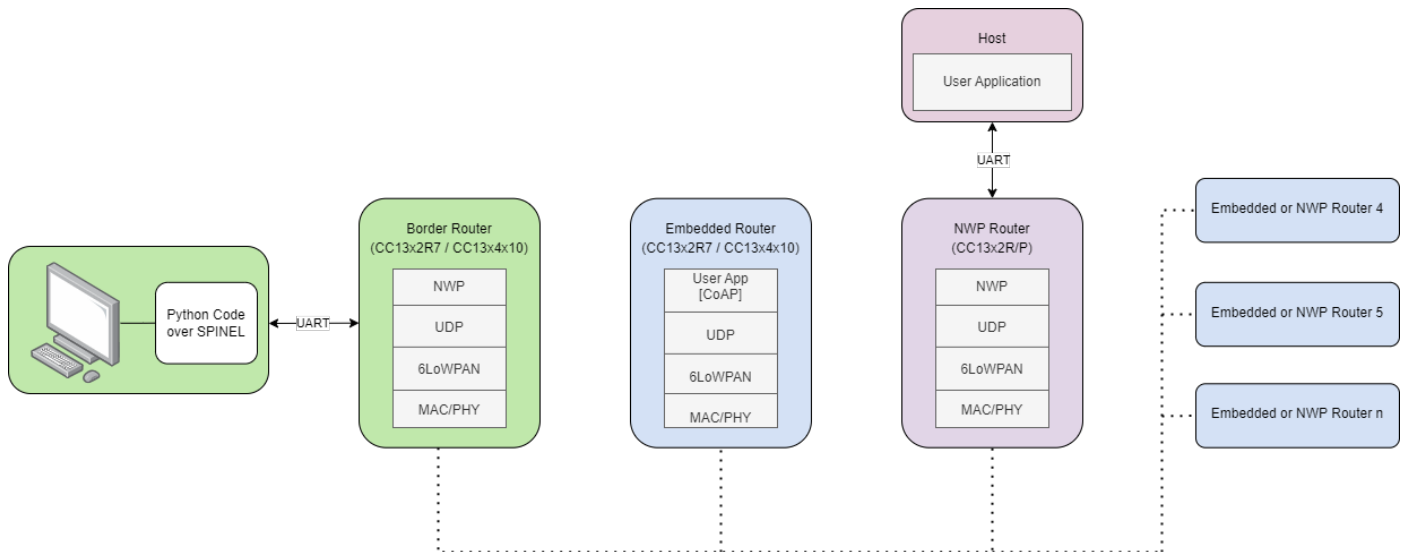


图 1. 具有边界路由器、使用 NWP 实施的路由器和嵌入式路由器的可用网络架构

与边界路由器关联的网络称为 PAN。可以通过 WAN 回程连接多个 PAN，以扩展网络覆盖范围。此回程不是 Wi-SUN® FAN 规范的组成部分。

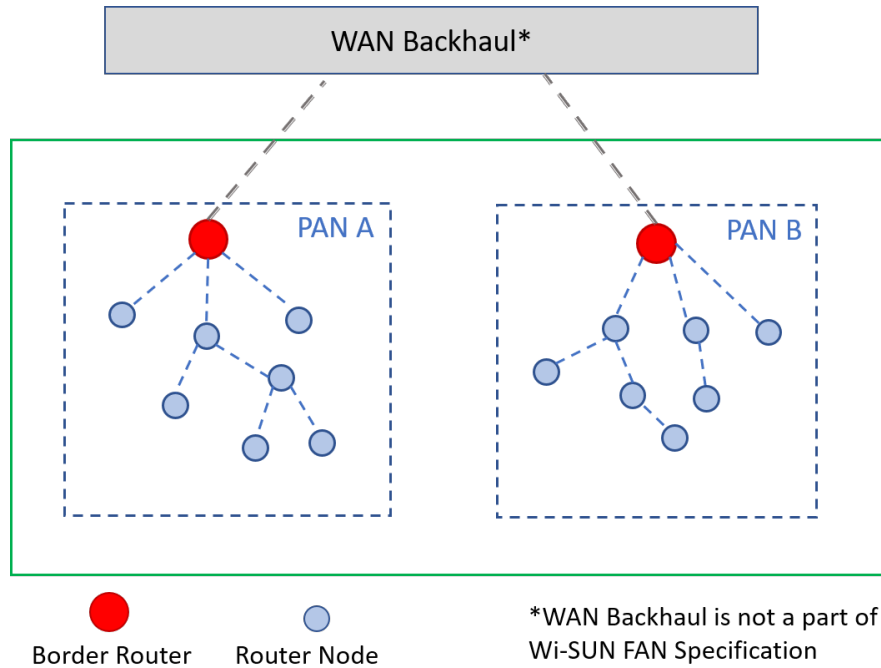


图 2. 由两个 PAN 组成的 Wi-SUN® 网络拓扑

## 7 安全性

TI 的 Wi-SUN® FAN v1.0.0 解决方案支持基于 IEEE 802.1x 规范的出色网络安全性：

表 7. TI Wi-SUN® FAN v1.0.0 中的信息安全机制

类别	信息安全机制
Wi-SUN® FAN v1.0.0 安全规范	IEEE 802.11i 关键 WAN 管理
	用于身份验证和加密的 IEEE 802.1x
	AES-128 加密
	基于 ECC 的密钥交换和签名验证
	适用于安全协议的真随机数生成
	IEEE802.1AR 定义的 X.509 证书

图 3 总结了密钥交换机制的关键方面：

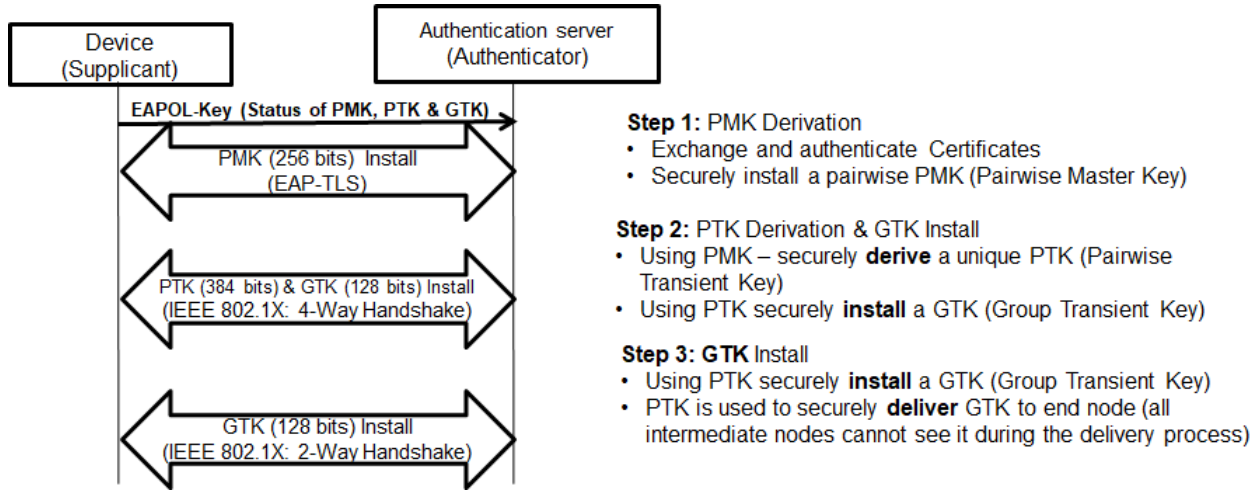


图 3. Wi-SUN® 中的安全密钥交换机制

## 7.1 证书管理

TI 建议为每个器件获取唯一的证书。客户可以使用自己的 PKI 基础设施，也可以与 Global Sign ( Wi-SUN® 联盟合作伙伴 - [wi-sun.org/cyber-security-certificates](http://wi-sun.org/cyber-security-certificates) ) 合作。

## 7.2 密钥交换过程

以下列表概述了安全密钥交换过程：

- 在设备和边界路由器之间建立唯一的成对主密钥 (PMK) 和成对瞬态密钥 (PTK)
- PTK 用于将 GTK ( 组瞬态密钥 ) 安全地安装到各个设备
- 设备使用 GTK 来加密使用 IEEE 802.15.4 中定义的 AES-128 CCM\* 的 MAC 有效载荷数据包
- 网络管理定义不同密钥的寿命并执行密钥管理
- PMK、PTK 和 GTK 的寿命通常按降序排列 ( 默认值：分别为 4、2 和 1 个月 )

此堆栈版本支持默认证书 ( 编译成代码以供现场试用 ) 。

## 8 性能和测试数据

对于此修订版，进行了 100 节点网状网络和 5 跳网络拓扑的测试。边界路由器定期逐个 ping 每个设备。Ping 数据包大小为 50 字节；Ping 间隔为 5 秒，Ping 响应超时为 30 秒。测试运行达 24 小时。

表 8. 100 节点网状网络测试数据

测试参数	结果
端到端延迟	第 1 跳：373ms 第 2 跳：471ms 第 3 跳：574ms 第 4 跳：760ms 第 5 跳：899ms 总体平均值：583ms
平均数据包错误率 (PER)	0.001%
平均网络加入延迟	48.3 分钟

从平均加入延迟来看，设计人员必须考虑，这是通过采用 5 跳架构的 100 节点网络测试得出的，如图 4 所示。每跳包含不同数量的路由器节点。表 9 列出了每跳加入延迟的差异。每跳平均加入延迟定义为从给设备加电到一跳中 100% 的节点加入网络所需的平均时间。

具有 2-3 个节点的开箱即用网络在加电后 3 至 5 分钟内即可加入。确切的加入时间取决于多个时序因素和所需的数据速率。这些设置在 SysConfig 中配置。

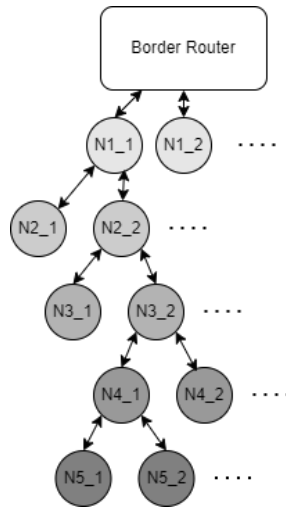


图 4. 100 节点网状网络测试的网络拓扑

表 9. 100 节点网状网络：每跳加入延迟

跳	每跳路由器数量	平均加入延迟 (分钟)
第 1 跳	32	37.3
第 2 跳	16	27.2
第 3 跳	12	58.8
第 4 跳	20	60.5
第 5 跳	16	68

表 10. TI Wi-SUN® FAN 1.0 性能数据

性能数据	结果
最大网络跳数	Wi-SUN® FAN 1.0 标准支持多达 24 跳
最大网络规模	除了应用用例详细信息之外，网络规模还受边界路由器 RAM 的限制。对于具有 144KB RAM 的器件，TI 建议每个边界路由器使用多达约 100 个节点。可以使用多个边界路由器来扩展网络。具有更大存储器的 TI 器件可以支持更大的网络。
PHY 认证结果	Wi-SUN® FAN 1.0 PHY 适用于： <ul style="list-style-type: none"> <li>• US 和 BZ 区域</li> <li>• EU1、EU2、IN 和 SG 区域</li> </ul>
FAN 认证结果	经 Wi-SUN® FAN 1.0 认证的路由器堆栈

OAD 测试是使用不同块大小以 352256 字节的映像大小进行的。结果因数据传输到目的地所需的跳数而异。OAD 经测试最大跳数为 2。应考虑在基本无噪声的环境中获取这些值。高流量会导致重复的数据包，从而增加总下载持续时间。



表 11. Wi-SUN® OAD 性能

跳数	块大小 (B)	下载持续时间 (分钟)
1	128	8:30
1	512	3:31
1	1024	3:01
2	128	15:56
2	1024	4:34

## 9 开箱即用体验

此堆栈版本旨在用于 Wi-SUN® 网络的初始开发。此版本提供以下开箱即用体验：

- 使用 PC 通过 CC1352x7 或 CC1354x10 系列器件与 NWP 边界路由器通信来设置边界路由器 ( 提供了参考设计 )
- 将路由器注释 ( 即使在 NWP 模型中 ) 编译为自包含解决方案, 该解决方案可在通电时加入网络并响应 IPv6 ping
- 在不构建客户应用的情况下, 通过 ping 单个设备来执行现场测试
- 在单独的主机上构建客户应用, 并使用 UART 通过 NWP 接口与路由器进行通信
- 通过基于 CC13x2x7 和 CC13x4x10 系列器件的嵌入式路由器节点示例, 在路由器设备上托管一台简单的 CoAP 服务器
- 参考 Python 脚本, 它们提供了与开箱即用 CoAP 服务器资源进行交互的示例
- 使用嵌入式路由器节点示例作为参考, 通过 Wi-SUN® 堆栈开发单芯片定制应用

首先前往 [CC1352P7 产品文件夹](#)。

## 10 培训

TI 在 SimpleLink™ Academy 中提供了有关 Wi-SUN® FAN 实施的培训材料, 包括使用 CC13x2R7 和 CC13x4R10 LaunchPad 的实践示例。这些示例分为三个部分：

1. **Wi-SUN® FAN 的基础知识**：本培训指导用户如何使用一个与运行 PySpinel CLI 的主机 PC 相连的边界路由器, 创建简单的 Wi-SUN® FAN 来控制网络。其中介绍了用于启动网络和 ping 连接节点的基本串行命令。
2. **无线下载**：本培训介绍了使用 Wi-SUN® 的 OAD 概念、保存多个映像所需的存储器布局以及如何设置 OAD 环境和执行下载。
3. **CoAP 消息传递**：本培训旨在介绍用于在 BR 和 RN 之间传输 CoAP 消息的完全嵌入式路由器节点。其中提供了可确认和不可确认的 CoAP 消息的示例。同时介绍了一个有关电动汽车充电器应用向 BR 发送状态信息的示例。

可通过上面的链接或 [dev.ti.com](#) 找到这些培训内容。

## 11 工具

### 11.1 Code Composer Studio™ IDE

2023 年 10 月的最新版本为 v12.5.0。指向 Code Composer Studio™ 的链接：[www.ti.com.cn/tool/cn/CCSTUDIO](#)。

### 11.2 SysConfig

SysConfig 实用程序是一款软件工具, 它提供一个图形用户界面来配置 TI 器件的引脚、外设、无线电、子系统和其他元件。结果采用 C 头文件和代码文件的形式输出, 可导入软件开发套件 (SDK) 或用于配置定制软件。

### 11.3 数据包监听器

2023 年 10 月的最新版本为 v2.18.1。指向数据包监听器的链接：[www.ti.com.cn/tool/cn/PACKET-SNIFFER](#)。

- 支持的 Wi-SUN® 模式：**#1a**、**#1b**、**#2a**、**#2b**、**#3**、**#4a** 和 **#4b**
- 数据包监听器仅为单通道, 但可使用多个电路板来监听多个通道

## 11.4 TI Wi-SUN® FAN Spinel

TI Wi-SUN® FAN Spinel CLI 通过命令行界面公开了在 Wi-SUN® FAN 网络处理器 (NWP) 上运行的配置和管理 API。该工具主要适用于控制 TI Wi-SUN® FAN NWP 实例的手动实验，而不适用于扩展到 TI Wi-SUN® FAN NWP 器件的生产级驱动程序软件。有关如何使用 TI Wi-SUN® FAN NWP 接口的详细指南，请参阅：[NWP 接口指南](#)。

此工具有助于实现以下目的：

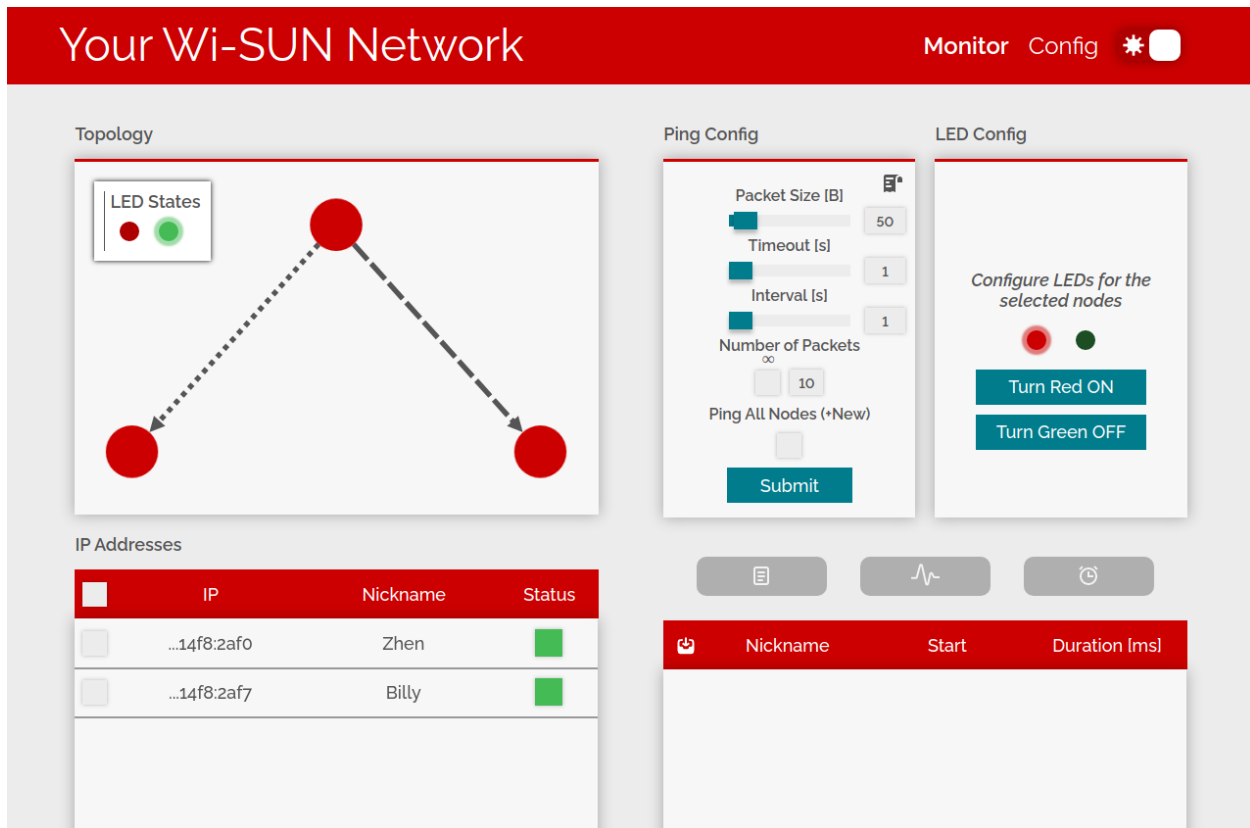
1. 作为对在 TI SimpleLink™ 器件上运行的 TI Wi-SUN® FAN NWP 进行自动测试和现场试验的途径。
2. 作为 TI Wi-SUN® FAN 堆栈的 NWP 版本的简单调试工具。

[TI GitHub 上的公开内容](#)

## 11.5 TI wfantund - 用户空间网络接口驱动程序

wfantund 为所连接的在 NWP 模式下运行的 TI Wi-SUN® FAN 边界路由器提供了一个原生 IPv6 网络接口。存储库 ([TI GitHub 上的公开内容](#)) 提供了在 Linux 主机上运行的软件，该主机通过 UART 连接 Wi-SUN® FAN NWP。wfantund 还提供了使用 Webapp 以图形方式可视化网络拓扑的可能性，如图 5 所示。此 webapp 也是 wfantund GitHub 存储库的一部分。

为 TI AM64x 平台以及 [BeaglePlay](#) 板提供了参考交叉编译支持。



The screenshot shows the 'Your Wi-SUN Network' web application. At the top, there are 'Monitor' and 'Config' buttons. The main content area is divided into several panels:

- Topology:** A network diagram showing three red nodes connected by dashed lines. A legend for 'LED States' shows a red dot and a green dot.
- Ping Config:** A panel with sliders for 'Packet Size [B]' (set to 50), 'Timeout [s]' (set to 1), and 'Interval [s]' (set to 1). It also has a 'Number of Packets' field (set to 10) and a 'Ping All Nodes (+New)' button. A 'Submit' button is at the bottom.
- LED Config:** A panel titled 'Configure LEDs for the selected nodes' with two LED indicators (red and green) and two buttons: 'Turn Red ON' and 'Turn Green OFF'.
- IP Addresses:** A table with columns for IP, Nickname, and Status.
 

IP	Nickname	Status
...14f8:2af0	Zhen	Green
...14f8:2af7	Billy	Green
- Bottom Section:** A table with columns for Nickname, Start, and Duration (ms). It also includes navigation icons for home, ping, and refresh.

图 5. wfantund Webapp 中的 FAN 可视化

## 12 已知局限性

该版本已使用 100 个节点的网络进行测试。

## 13 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (July 2021) to Revision A (November 2023)	Page
• 向 <a href="#">首字母缩略词</a> 部分添加了术语.....	1
• 更新了 <a href="#">概述</a> 部分.....	2
• 更新了 <a href="#">参考示例</a> 中的内容.....	3
• 更新了 <a href="#">表 5</a> .....	4
• 向 <a href="#">节 5</a> 添加了文本.....	4
• 更新了 <a href="#">节 6</a> .....	5
• 更新了 <a href="#">节 8</a> .....	7
• 添加了 <a href="#">培训</a> 部分.....	9
• 更新了 <a href="#">Code Composer Studio</a> .....	9
• 更新了 <a href="#">数据包监听器</a> 部分.....	9
• 添加了 <a href="#">TI wfanund - 用户空间网络接口驱动程序</a> .....	10
• 更新了 <a href="#">已知限制</a> 。.....	10

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司