



## E51-470NW16S 产品规格书

EFR32FG25    470/510MHz    贴片型 SoC 模块

目录

免责声明和版权公告	2
<b>第一章 概述</b>	<b>3</b>
1.1 简介	3
1.2 模块特点	3
1.3 应用场景	1
<b>第二章 规格参数</b>	<b>1</b>
2.1 极限参数	1
2.2 电气参数	1
2.3 硬件参数	1
<b>第三章 机械尺寸与引脚定义</b>	<b>1</b>
<b>第四章 基本操作</b>	<b>4</b>
4.1 硬件设计	4
4.2 软件编写	4
<b>第五章 基本应用</b>	<b>5</b>
5.1 基本电路接线示意图	5
5.2 J-Link 程序下载/调试接线示意图	5
<b>第六章 常见问题</b>	<b>6</b>
6.1 传输距离不理想	6
6.2 模块易损坏	6
6.3 误码率太高	6
<b>第七章 焊接作业指导</b>	<b>7</b>
7.1 回流焊温度	7
7.2 回流焊曲线图	7
<b>第八章 相关型号</b>	<b>8</b>
<b>第九章 天线指南</b>	<b>8</b>
9.1 天线推荐	8
<b>第十章 批量包装方式</b>	<b>9</b>
修订历史	9
关于我们	9

## 免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

文中所得测试数据均为亿佰特实验室测试所得，实际结果可能略有差异。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

最终解释权归成都亿佰特电子科技有限公司所有。

### 注意：

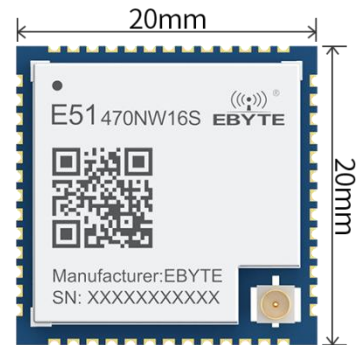
由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。亿佰特电子科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。本手册仅作为使用指导，成都亿佰特电子科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是成都亿佰特电子科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

# 第一章 概述

## 1.1 简介

E51-470NW16S 是长距离、低功耗传输的理想 SoC (片上系统) 硬件模组, 它搭载了 Silicon Labs 的 EFR32FG25 系列芯片, 可在密集的城市峡谷环境中以最小的数据丢失量实现长达 0.3~2.5 千米的无线广播。同时也支持 Wi-SUN 现场局域网 (FAN) 中引入的正交频分复用调制技术 (OFDM), 可实现高达 3.6 Mbps 的高数据带宽。随着数据速率的提高, 可实现智慧城市、智能公用设施等应用所需的大型网络, 其中节点可以数以千计。

E51-470NW16S 无线通信模组外形尺寸小、接口资源丰富、支持用户二次开发, 可广泛应用于物联网行业。



## 1.2 模块特点

### 低功耗无线片上系统

- 具有 DSP 指令和浮点单元以实现高效信号处理的高性能 32 位 97.5 MHz ARM Cortex®-M33
- 高达 1152 kB 的闪存程序内存
- RAM 数据内存高达 256 kB
- 高达 +16 dBm 的发射功率

### 丰富多样的 MCU 外围设备选择

- 引出多达 35 个带输出状态保持和异步中断功能的通用 I/O 引脚
- 模数转换器 (ADC)
  - 12-bit @ 1 Msps
  - 16-bit @ 76.9 ksps
- 2 × 模拟比较器 (ACMP)
- 2 通道数模转换器 (VDAC)
- 低能耗传感器接口 (LESENSE)
- 16 通道 DMA 控制器
- 12 通道周边反射系统 (PRS)
- 6 个 16 位定时器/计数器, 带 3 个比较/捕获/PWM 通道
- 2 个 32 位定时器/计数器, 带 3 个比较/捕获/PWM 通道
- 32 位实时计数器
- 用于波形生成的 24 位低功耗定时器
- 2 × 看门狗定时器

- 1 个 USB2.0 全速端口 (仅限设备)
- 5 × EUSART (升级版通用同步/异步接收器/发射器)
  - EUSART0 在 EM2 中运行
  - SPI 和 IrDA 受 EUSART 支持
- 2 个支持 SMBus 的 I2C 接口
- 芯片温度传感器, 在整个温度范围内具有 ±2° C 的精度

### 宽工作范围

- 2.0 至 5.5 V 电源, 支持 OFDM 模式供电
- -40 至 +125 摄氏度

### 支持的调制格式

- Wi-SUN MR OFDM MCS 0-6 (所有 4 选项)
- 配有 DSSS 的 802.15.4 SUN MR 0-QPSK
- Wi-SUN FSK
- 具有全面可配置成型功能的 2 (G)FSK
- (G)MSK

### 芯片级安全功能

- 通过信任根和安全装载程序 (RTSL) 实现安全引导
- 通过 AES128/256、SHA-1、SHA-2 的 DPA 对抗实现硬件加密加速 (高达 256 位)
- ECC (高达 256 位)、ECDSA、ECDH 和 J-Pake
- 真随机数发生器 (TRNG), 符合 NIST SP800-90 和 AIS-31 标准
- ARM® TrustZone®

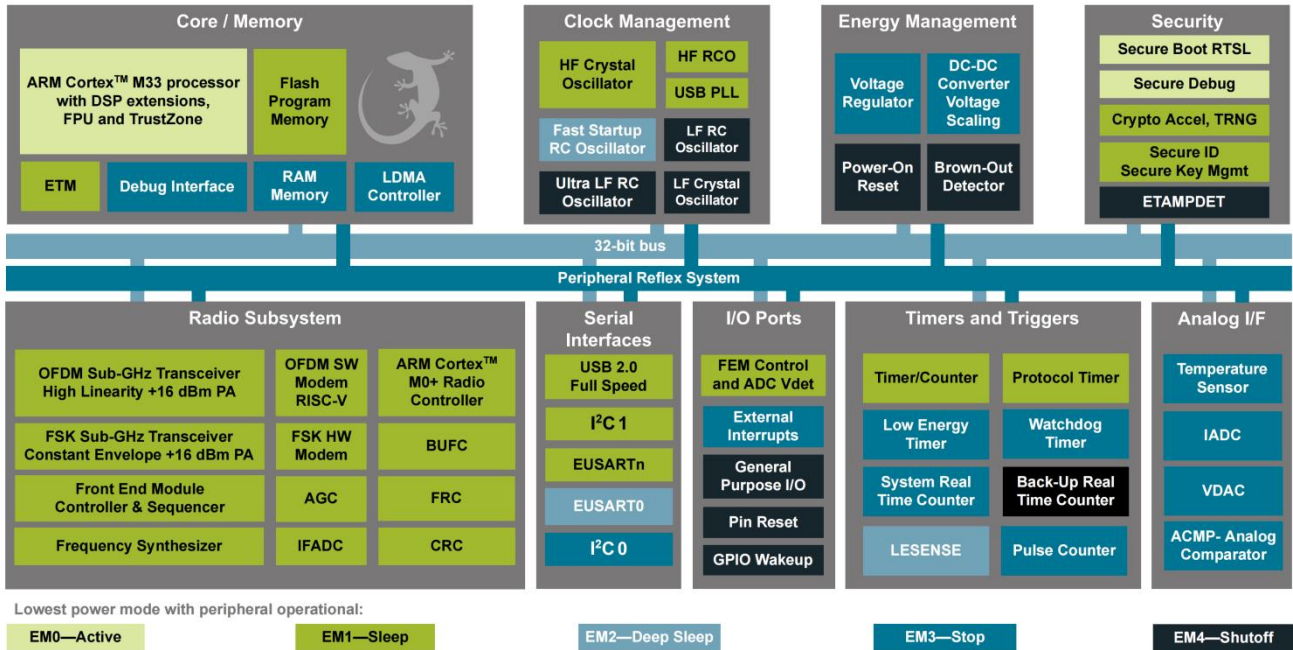
- 带锁定/解锁的安全调试

协议支持

- 专有产品私有协议
- Wi-SUN

封装

- 贴片邮票孔 20mm(长) x 20mm(宽) x 3mm(高)



EFR32FG25 系列芯片内部功能框图

### 1.3 应用场景

Wi-SUN (即无线智能泛在网络) 是领先的 IPv6 1 GHz 以下网格技术, 适用于智慧城市和智能公用设施应用。Wi-SUN 通过启用互操作性、多服务和安全的无线网状网络, 为服务提供商、公用设施、市政府/地方政府和其他企业提供智能泛在网络。Wi-SUN 可用于涵盖线路供电和电池供电节点的广泛应用领域中的大规模户外物联网无线通信网络。

Silicon Labs 的 EFR32FG25 系列芯片通过了 Wi-SUN 联盟的认证, Wi-SUN 联盟是一个致力于无缝 LPWAN 连接的全行业协会。Wi-SUN 建立在开放式标准互联网协议 (IP) 和 API 的基础上, 使开发人员能够扩展现有基础设施平台以增加新功能。Wi-SUN 专为扩展长距离功能、高数据吞吐量和 IPv6 支持而打造, 可简化工业应用和智慧城市演变的无线基础设施。

- 智慧城市/市政基础设施;
- 工业应用/楼宇自动化/配电自动化;
- 楼宇安防系统;
- 智能家居;
- 智能照明/街道照明;
- 高级抄表架构 (AMI);
- 智能仪表/智能计量。

## 第二章 规格参数

### 2.1 极限参数

射频参数	参数值	备注
工作频段	470~510 MHz	---
发射功率	16 dBm	软件可调，需用户自行开发设置
接收灵敏度 (GFSK)	-117.7 dBm	10 kbps 2GFSK signal, $\Delta f = \pm 25$ kHz, BER<0.1% <sup>2</sup>
接收灵敏度 (OFDM)	-116.8 dBm	无干扰的 10%数据包错误率 (PER), OFDM Option4, MCS0, header MCS0, with PL = 20 octets
实测距离	2.5 km	晴朗空旷, 天线增益 3.5dBi, 天线高度 2 米, 空中速率 10kbps

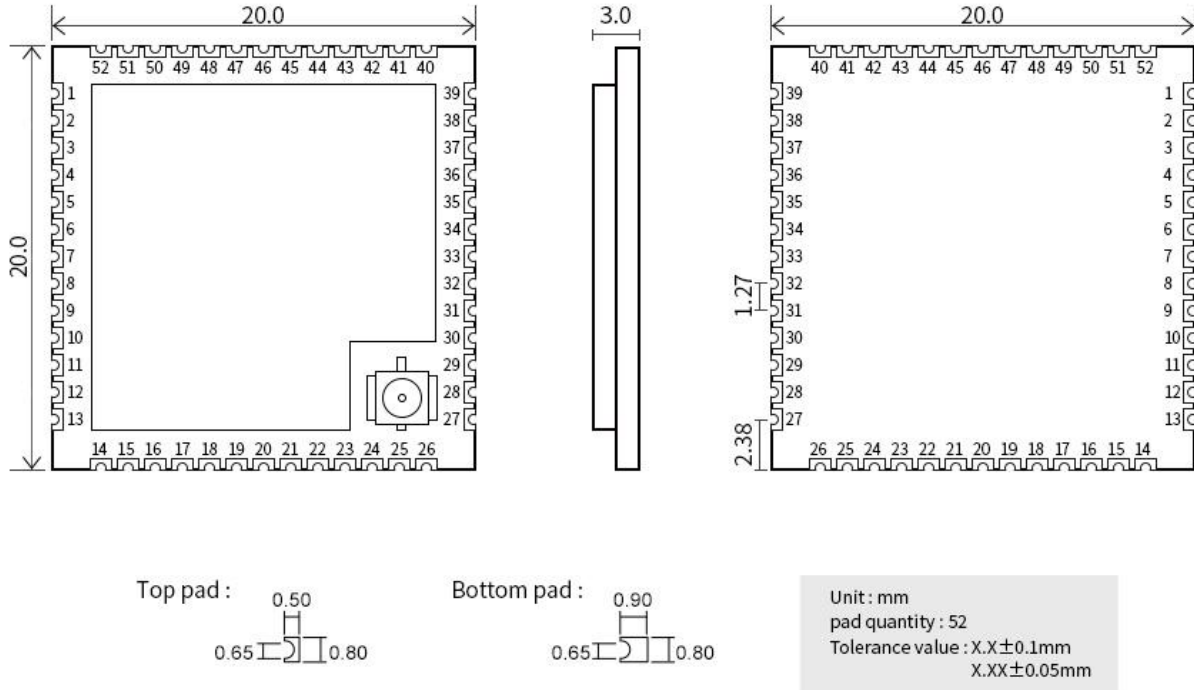
### 2.2 电气参数

电气参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电源电压	2.0	5.0	5.5	V	$\geq 5.0V$ 可保证输出功率, 超过 5.5V 可能会损坏模块
通信电平	-	3.3	-	V	使用 5.0V TTL 建议加电平转换
发射电流	-	81	-	mA	瞬时功耗
接收电流	-	11	-	mA	---
休眠电流	-	2.6	-	$\mu A$	EM2 深度睡眠
工作温度	-40	-	125	$^{\circ}C$	---
工作湿度	10	-	90	%	---
储存温度	-50	-	150	$^{\circ}C$	---

### 2.3 硬件参数

硬件参数	参数值	备注
IC 全称	EFR32FG25A121F1152IM56-B	支持 OFDM, 可更换同系列其他型号, 欢迎咨询
内核	ARM Cortex <sup>®</sup> -M33	主频 97.5MHz, 高性能 32 位 ARM 处理器, 具有 DSP 指令和浮点单元
FLASH	1152 KB	可更换同系列其他型号, 最高支持 1152 KB, 欢迎咨询
RAM	256 KB	可更换同系列其他型号, 最高支持 256 KB, 欢迎咨询
晶振频率	39MHz/32.768KHz	模组内部已接入
尺寸大小	20 * 20 mm	---
天线形式	IPEX/邮票孔	等效阻抗约 50 $\Omega$
通信接口	USB2.0、EUART、SPI、EUSART、PWM、ADC	需用户自行开发设置
封装方式	贴片邮票孔	脚间距 1.27mm
重量	2.07 $\pm$ 0.1g	---

### 第三章 机械尺寸与引脚定义



引脚序号	引脚名称	引脚方向	引脚用途
1	GND	输出	地线, 连接到电源参考地
2	GND	输出	地线, 连接到电源参考地
3	GND	输出	地线, 连接到电源参考地
4	GND	输出	地线, 连接到电源参考地
5	PD07	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)
6	PD06	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)
7	PD05	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)
8	PD04	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)
9	PD03	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)
10	PD02	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)
-	PD01	-	未引出, 在模组内部做为 LFX TAL_I 已连接 32.768KHz 晶振 (详见 EFR32FG25 手册)
-	PD00	-	未引出, 在模组内部做为 LFX TAL_0 已连接 32.768KHz 晶振 (详见 EFR32FG25 手册)
11	GND	输出	地线, 连接到电源参考地
12	+5V	输入	电源输入+5V
13	+5V	输入	电源输入+5V
14	PC00	输入/输出	可配置的通用 I/O 口 (详见 EFR32FG25 手册)



15	PC01	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
16	PC02	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
17	PC03	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
18	PC04	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
19	PC05	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
20	PC06	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
21	PC07	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
22	PC08	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
23	PC09	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
24	PC10	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
25	NRST	输出	芯片复位触发输入脚，低电平有效
26	GND	输出	地线，连接到电源参考地
27	GND	输出	地线，连接到电源参考地
28	GND	输出	地线，连接到电源参考地
29	ANT	输出	天线接口，邮票孔（50Ω 特性阻抗），与 IPEX-1 接口相通
30	GND	输出	地线，连接到电源参考地
31	GND	输出	地线，连接到电源参考地
32	GND	输出	地线，连接到电源参考地
33	GND	输出	地线，连接到电源参考地
34	PB05	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
35	PB04	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
36	PB03	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
37	PB02	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
38	PB01	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
39	PB00	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
40	GND	输出	地线，连接到电源参考地
41	PA00	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
42	PA01	输入/输出	程序调试/下载口 SWCLK
43	PA02	输入/输出	程序调试/下载口 SWDIO
44	PA03	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
45	PA04	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
46	PA05	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
47	PA06	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
48	PA07	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
49	PA08	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
50	PA09	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
51	PA10	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）
52	PA11	输入/输出	可配置的通用 I/O 口（详见 EFR32FG25 手册）



## 第四章 基本操作

### 4.1 硬件设计

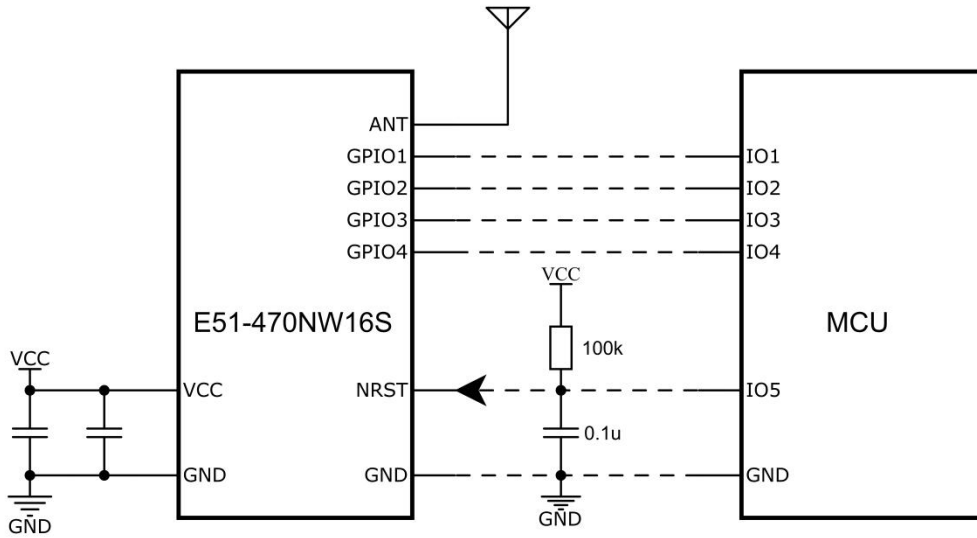
- 推荐使用直流稳压电源对该模块进行供电，电源纹波系数尽量小，模块需可靠接地；
- 请注意电源正负极的正确连接，如反接可能会导致模块永久性损坏；
- 请检查供电电源，确保在推荐供电电压之间，如超过最大值会造成模块永久性损坏；
- 请检查电源稳定性，电压不能大幅频繁波动；
- 在针对模块设计供电电路时，往往推荐保留 30%以上余量，有整机利于长期稳定地工作；
- 模块应尽量远离电源、变压器、高频走线等电磁干扰较大的部分；
- 高频数字走线、高频模拟走线、电源走线必须避开模块下方，若实在不得已需要经过模块下方，假设模块焊接在 Top Layer，在模块接触部分的 Top Layer 铺地铜（全部铺铜并良好接地），必须靠近模块数字部分并走线在 Bottom Layer；
- 假设模块焊接或放置在 Top Layer，在 Bottom Layer 或者其他层随意走线也是错误的，会在不同程度影响模块的杂散以及接收灵敏度；
- 假设模块周围有存在较大电磁干扰的器件也会极大影响模块的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模块，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽；
- 假设模块周围有存在较大电磁干扰的走线（高频数字、高频模拟、电源走线）也会极大影响模块的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模块，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽；
- 通信线若使用 5V 电平，必须串联 1k-5.1k 电阻（不推荐，仍有损坏风险）；
- 尽量远离部分物理层亦为 2.4GHz 的 TTL 协议，例如：USB3.0；
- 天线安装结构对模块性能有较大影响，务必保证天线外露，最好垂直向上。当模块安装于机壳内部时，可使用优质的天线延长线，将天线延伸至机壳外部；
- 天线切不可安装于金属壳内部，将导致传输距离极大削弱。
- 如果模组外接 MCU，建议在外部 MCU 的 RXD/TXD 增加 200R 的保护电阻。

### 4.2 软件编写

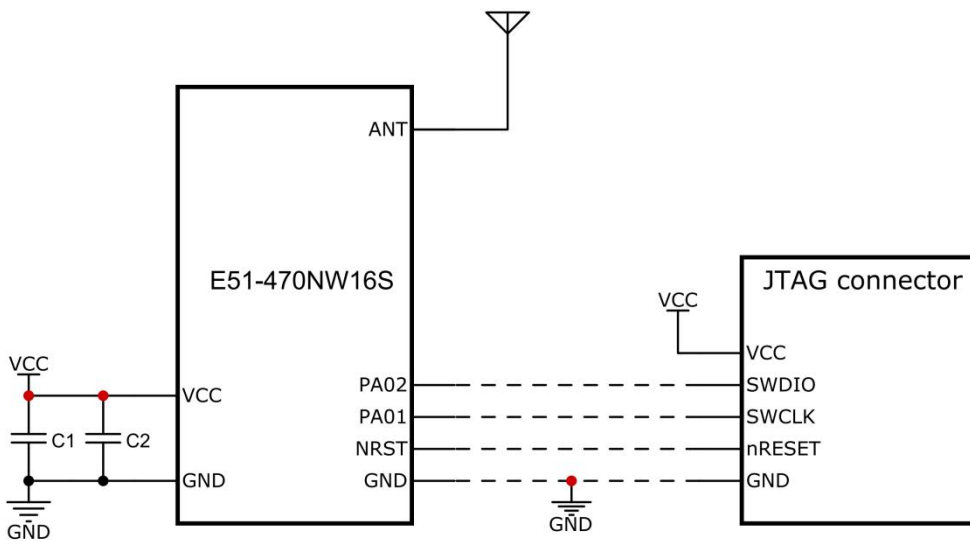
- 此模块搭载 EFR32FG25 系列芯片，其驱动方式完全等同于 EFR32FG25 系列芯片，用户可以完全按照 EFR32FG25 系列芯片册进行操作；
- 模组内部已接入 39MHz 高频晶振；
- 模组内部已接入 32.768KHz 低频晶振；
- EFR32FG25A121F1152IM56 芯片：[Silicon Labs 官网资料下载](#)；
- Silicon Labs Wi-SUN SDK 下载地址：[gecko\\_sdk \(Github\)](#)；

## 第五章 基本应用

### 5.1 基本电路接线示意图



### 5.2 J-Link 程序下载/调试接线示意图



## 第六章 常见问题

### 6.1 传输距离不理想

- 当存在直线通信障碍时，通信距离会相应的衰减；
- 温度、湿度，同频干扰，会导致通信丢包率提高；
- 地面吸收、反射无线电波，靠近地面测试效果较差；
- 海水具有极强的吸收无线电波能力，故海边测试效果差；
- 天线附近有金属物体，或放置于金属壳内，信号衰减会非常严重；
- 功率寄存器设置错误、空中速率设置过高（空中速率越高，距离越近）；
- 室温下电源电压低于推荐值，电压越低发功率越小；
- 使用天线与模块匹配程度较差或天线本身品质问题。

### 6.2 模块易损坏

- 请检查供电电源，确保在推荐供电电压之间，如超过最大值会造成模块永久性损坏；
- 请检查电源稳定性，电压不能大幅频繁波动；
- 请确保安装使用过程防静电操作，高频器件静电敏感性；
- 请确保安装使用过程湿度不宜过高，部分元件为湿度敏感器件；
- 如果没有特殊需求不建议在过高、过低温度下使用。

### 6.3 误码率太高

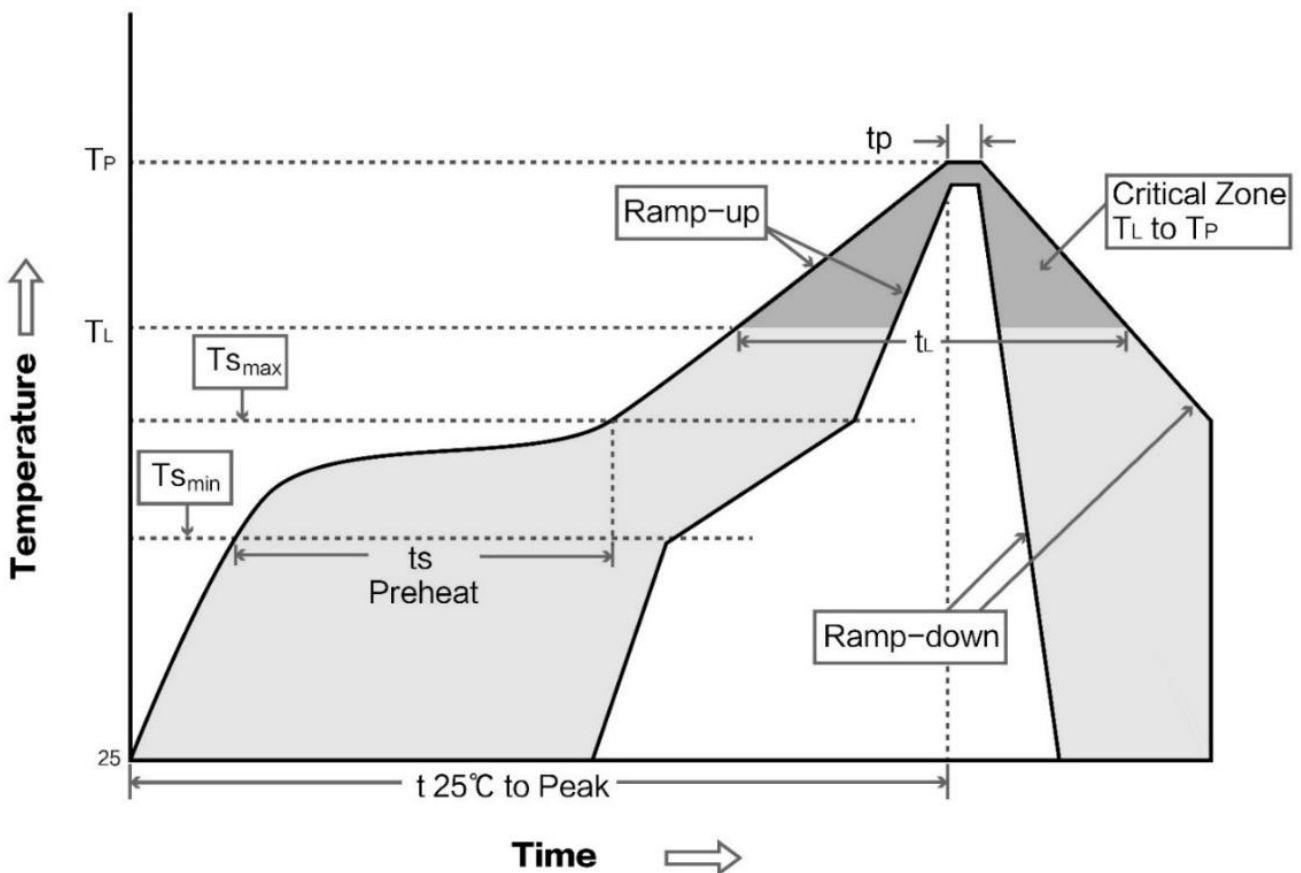
- 附近有同频信号干扰，远离干扰源或者修改频率、信道避开干扰；
- SPI 上时钟波形不标准，检查 SPI 线上是否有干扰，SPI 总线走线不宜过长；
- 电源不理想也可能造成乱码，务必保证电源的可靠性；
- 延长线、馈线品质差或太长，也会造成误码率偏高。

## 第七章 焊接作业指导

### 7.1 回流焊温度

Profile Feature	曲线特征	Sn-Pb Assembly	Pb-Free Assembly
Solder Paste	锡膏	Sn63/Pb37	Sn96.5/Ag3/Cu0.5
Preheat Temperature min ( $T_{smin}$ )	最小预热温度	100°C	150°C
Preheat temperature max ( $T_{smax}$ )	最大预热温度	150°C	200°C
Preheat Time ( $T_{smin}$ to $T_{smax}$ ) ( $t_s$ )	预热时间	60-120 sec	60-120 sec
Average ramp-up rate ( $T_{smax}$ to $T_p$ )	平均上升速率	3°C/second max	3°C/second max
Liquidous Temperature ( $T_L$ )	液相温度	183°C	217°C
Time ( $t_L$ ) Maintained Above ( $T_L$ )	液相线以上的时间	60-90 sec	30-90 sec
Peak temperature ( $T_p$ )	峰值温度	220-235°C	230-250°C
Average ramp-down rate ( $T_p$ to $T_{smax}$ )	平均下降速率	6°C/second max	6°C/second max
Time 25°C to peak temperature	25°C到峰值温度的时间	6 minutes max	8 minutes max

### 7.2 回流焊曲线图



## 第八章 相关型号

产品型号	芯片方案	载波频率 Hz	发射功率 dBm	测试距离 km	封装形式	产品尺寸 mm	通信接口
<a href="#">E22-400M22S</a>	SX1268	433/470M	22	7	贴片	14*20	SPI
<a href="#">E22-900M22S</a>	SX1262	868/915M	22	7	贴片	14*20	SPI
<a href="#">E22-400M30S</a>	SX1268	433/470M	30	12	贴片	24*38.5	SPI
<a href="#">E22-900M30S</a>	SX1262	868/915M	30	12	贴片	24*38.5	SPI
<a href="#">E22-230T22S</a>	SX1262	230M	22	5	贴片	16*26	TTL
<a href="#">E22-400T22S</a>	SX1268	433/470M	22	5	贴片	16*26	TTL
<a href="#">E22-900T22S</a>	SX1262	868/915M	22	5	贴片	16*26	TTL
<a href="#">E22-230T30S</a>	SX1262	230M	30	10	贴片	25*40.5	TTL
<a href="#">E22-400T30S</a>	SX1268	433/470M	30	10	贴片	25*40.5	TTL
<a href="#">E22-900T30S</a>	SX1262	868/915M	30	10	贴片	25*40.5	TTL

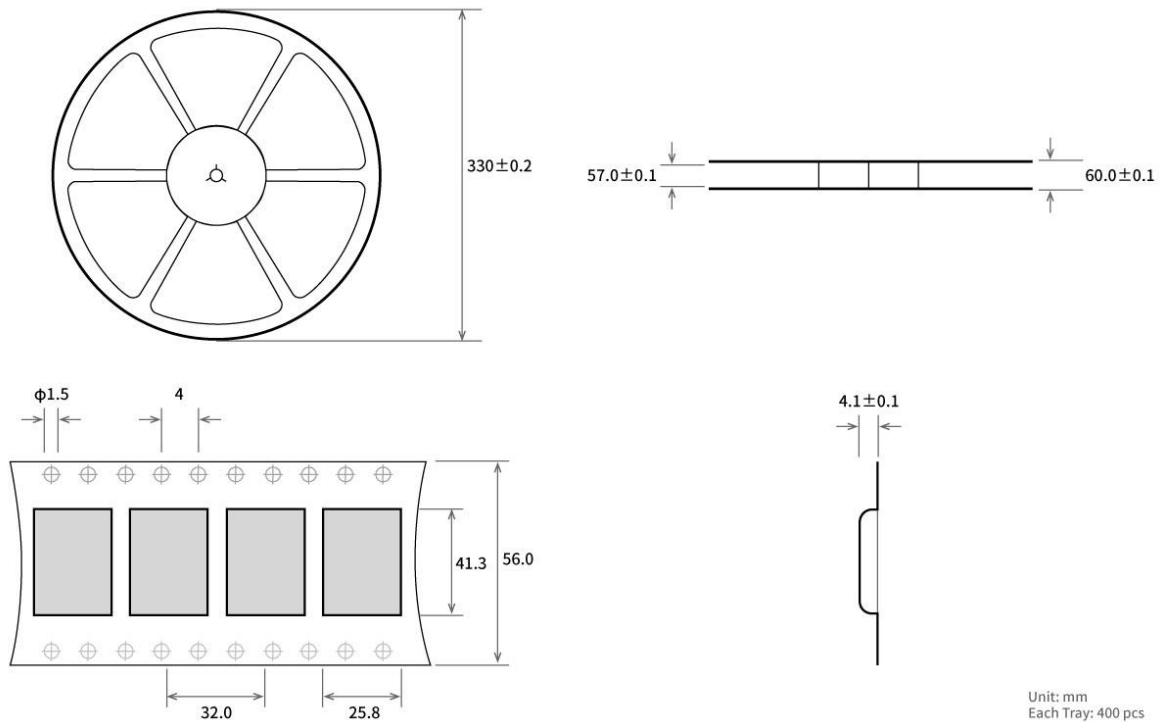
## 第九章 天线指南

### 9.1 天线推荐

天线是通信过程中重要角色，往往劣质的天线会对通信系统造成极大的影响，故我司推荐部分天线作为配套我司无线模块且性能较为优秀且价格合理的天线。

产品型号	类型	频段 Hz	接口	增益 dBi	高度 mm	馈线 cm	功能特点
<a href="#">TX433-NP-4310</a>	柔性天线	433M	焊接	2.0	43.8*9.5	-	内置柔性，FPC 软天线
<a href="#">TX433-JZ-5</a>	胶棒天线	433M	SMA-J	2.0	52	-	超短直式，全向天线
<a href="#">TX433-JZG-6</a>	胶棒天线	433M	SMA-J	2.5	62	-	超短直式，全向天线
<a href="#">TX433-JW-5</a>	胶棒天线	433M	SMA-J	2.0	50	-	弯折胶棒，全向天线
<a href="#">TX433-JWG-7</a>	胶棒天线	433M	SMA-J	2.5	75	-	弯折胶棒，全向天线
<a href="#">TX433-JK-11</a>	胶棒天线	433M	SMA-J	2.5	110	-	可弯折胶棒，全向天线
<a href="#">TX433-JK-20</a>	胶棒天线	433M	SMA-J	3.0	210	-	可弯折胶棒，全向天线
<a href="#">TX433-XPL-100</a>	吸盘天线	433M	SMA-J	3.5	185	100	小型吸盘天线，性价比
<a href="#">TX433-XP-200</a>	吸盘天线	433M	SMA-J	4.0	190	200	中性吸盘天线，低损耗
<a href="#">TX433-XPH-300</a>	吸盘天线	433M	SMA-J	6.0	965	300	大型吸盘天线，高增益
<a href="#">TX490-JZ-5</a>	胶棒天线	470/490M	SMA-J	2.0	50	-	超短直式，全向天线
<a href="#">TX490-XPL-100</a>	吸盘天线	470/490M	SMA-J	3.5	120	100	小型吸盘天线，性价比

## 第十章 批量包装方式



## 修订历史

版本	修订日期	修订说明	维护人
1.0	2023-8-1	手册发布	Ning

## 关于我们



销售热线：4000-330-990

技术支持：[support@cdebyte.com](mailto:support@cdebyte.com)

公司地址：四川省成都市高新西区西芯大道4号创新中心B333-D347

公司电话：028-61399028

官方网站：[www.ebyte.com](http://www.ebyte.com)


**成都亿佰特电子科技有限公司**  
 Chengdu Ebyte Electronic Technology Co.,Ltd.