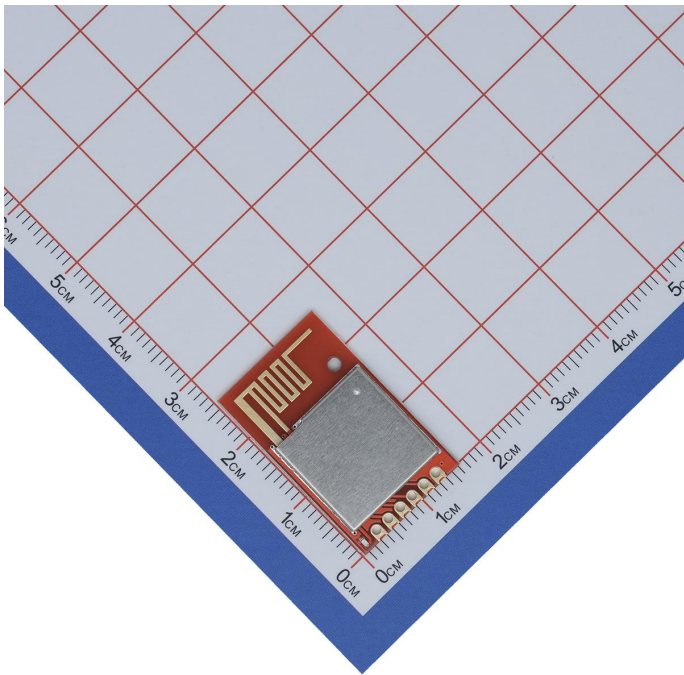




灵-TR5 无线串口模块规格书

Ling-TR5 Wireless UART Module Specification



项目	内容
产品型号	灵-TR5 / Ling-TR5
文档版本	V1.4
发布日期	2026-07-02
品牌	FNRF / 蜂鸟无线



目录

灵-TR5 无线串口模块规格书	1
1 产品概述	3
2 产品特点	3
3 典型应用	3
4 技术参数	4
5 引脚定义	5
6 工作模式	5
7 快速连接	7
8 参数设置协议	8
9 参数查表	10
10 数据通信行为	11
11 时间参数	11
12 MCU 接收与例程建议	12
13 电源设计建议	13
14 EMC 与抗干扰建议	15
15 PCB 布线建议	15
16 天线与结构建议	16
17 回流焊与生产建议	16
18 调试流程建议	17
4. 确认串口 TXD/RXD 交叉连接, 且 GND 共地。	17
19 指示灯说明	17
20 尺寸	18
21 认证与合规声明	18
22 订购与技术支持	18
附录 A 快速上手	19
附录 B 天线、封装、服务、购买	21



1 产品概述

灵-TR5 是一款工作在 2.4GHz 频段的双向无线串口模块, 采用 GFSK 调制, 通过 UART TTL 接口与 MCU 或其他串口设备连接。用户可配置 Net ID、RF 信道、发射功率、串口波特率等参数, 用于短距离无线串口通信、遥控控制、数据采集、工业控制、机器人和智能家电等应用。

模块无线链路为半双工方式, 收发切换由模块自动完成。系统通信流程应采用主从轮询、请求-应答或其他避免双向同时发送的机制。

灵-TR5 默认带 PCB 天线。如需要外接天线, 可选择带 IPEX 座的灵-TR5-Z 版本, 并按整机结构、安装位置 and 实际通信距离要求进行验证。

2 产品特点

- 工作在 2.4GHz 频段, 支持 128 个 RF 信道配置。
- GFSK 调制方式, 适合无线串口数据通信。
- UART TTL 接口, 便于 MCU 串口连接。
- 支持 Net ID 软件分组和 RF 信道频率分组。
- 支持发射功率配置, 共 7 档可选。
- 支持休眠控制, 休眠状态下静态电流约 1.5uA。
- 小体积 SMD 封装, 可选 PCB 天线或 IPEX 外接天线版本。
- 上电默认参数可直接用于两模块通信测试。

3 典型应用

- 无线串口通信
- 遥控产品
- 数据采集
- 工业控制
- 机器人控制
- 智能家居
- 智能家电
- 嵌入式设备短距离无线连接

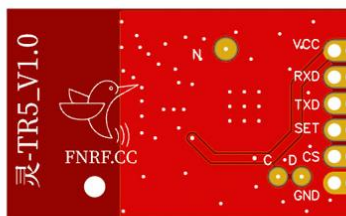


4 技术参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/说明
工作电压	2.2	3.3	3.6	V	VCC 对 GND。
工作频段	2400	-	2527	MHz	RF 信道 0-127 对应范围, 实际可用频点需符合当地法规。
RF 信道数量	-	128	-	个	默认信道 0x53。
默认频点	-	2483	-	MHz	RF 信道 0x53, 对应十进制 83。
调制方式	-	GFSK	-	-	无线链路调制。
空中速率	-	250	-	kbps	与 UART 波特率不同。
接收灵敏度	-	-88	-	dBm	典型规格值。
发射功率	-8	-	10	dBm	共 7 档可配置。
发射电流	-	10.8	-	mA	典型发射状态。
接收电流	-	7.2	-	mA	接收状态。
休眠电流	-	6	-	uA	休眠状态不可通信。
UART 波特率	600	9600	115200	bps	参数表支持 9 档配置, 默认 9600bps。
设置模式串口	-	9600, 8N1	-	-	SET 拉低进入设置模式后固定使用。
空中包数据量	-	-	7	Byte	单个空中包最多承载 7 字节用户数据。
封装形式	-	SMD	-	-	贴片封装。
模块宽度	15.956	16.256	16.556	mm	公差 +/-0.30mm。
模块长度	26.089	26.289	26.489	mm	公差 +/-0.20mm。
天线形式	-	PCB 天线	-	-	灵-TR5 默认配置; 灵-TR5-Z 为 IPEX 外接天线版本。



5 引脚定义



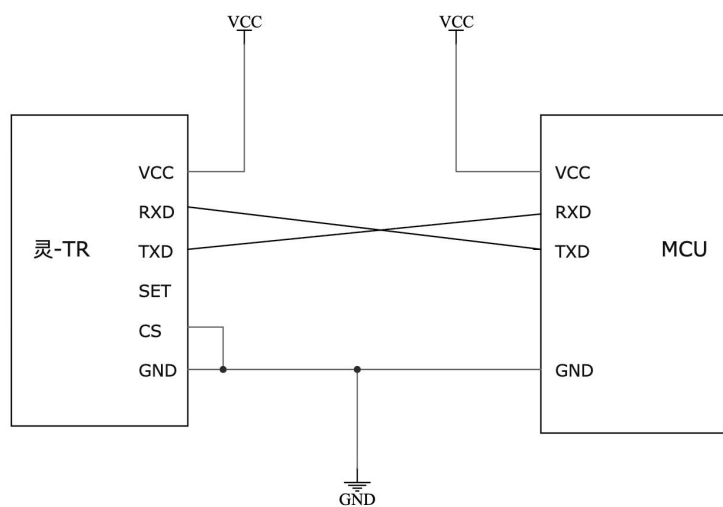
背面视图

引脚名称	类型	功能	说明
VCC	电源	电源正	2.2~3.6V, 典型 3.3V。
RXD	输入	模块数据输入	连接 MCU TXD; UART TTL 电平。
TXD	输出	模块数据输出	连接 MCU RXD; UART TTL 电平。
SET	输入	参数配置使能	低电平为设置模式; 悬空或高电平为通信模式。
CS	输入	工作/休眠控制	低电平工作; 悬空或高电平休眠。
GND	电源	电源负	与 MCU 或外部串口设备共地。

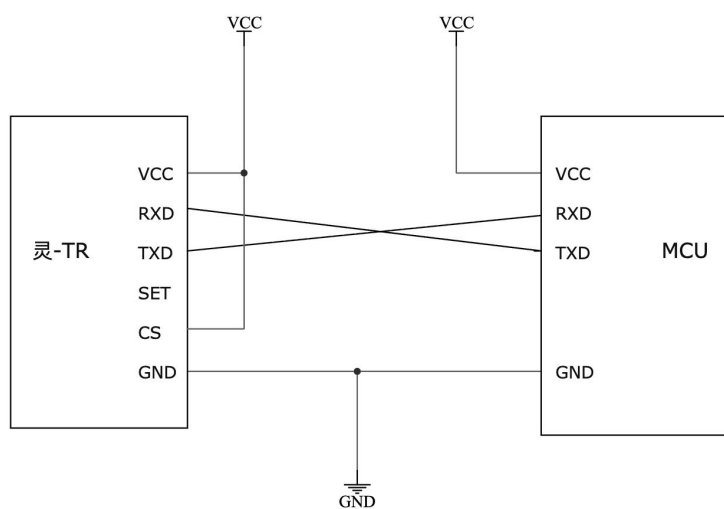
6 工作模式

模式	CS 引脚	SET 引脚	串口状态	模块状态
通信模式	低电平	高电平或悬空	按已配置通信波特率工作	可进行无线串口通信。
设置模式	低电平	低电平	固定 9600bps, 8N1	可读取或写入模块参数, 蓝色 LED 常亮。
休眠模式	高电平或悬空	任意	不可通信	休眠电流约 1.5uA。

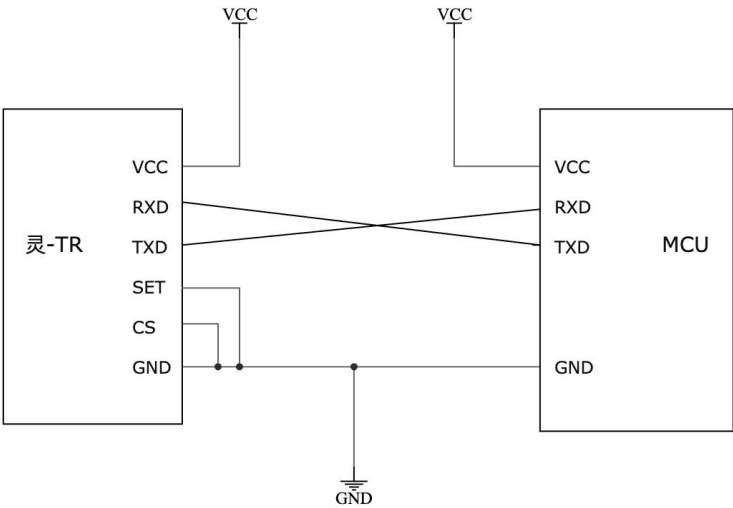
设置参数完成后, 应将 SET 拉高, 使模块回到通信模式, 并等待约 0.5s 后再进行通信测试。



通信模式



休眠模式



设置模式

7 快速连接



模块引脚	连接对象	说明
VCC	3.3V 电源	电源应稳定，建议在模块近端放置去耦电容。
GND	系统地	必须与 MCU 或 USB-UART 工具共地。
RXD	MCU TXD / USB-UART TXD	模块接收外部串口数据。
TXD	MCU RXD / USB-UART RXD	模块输出接收到的串口数据。
CS	MCU IO 或 GND	低电平工作；如需常工作，可接低电平。
SET	MCU IO 或 上拉/悬空	低电平进入设置模式；通信时保持高电平或悬空。



初次测试建议使用两个模块和串口 DEMO 工具, 先在出厂默认参数下完成电脑端串口助手收发测试, 再移植到 MCU 程序。

8 参数设置协议

8.1 设置模式进入条件

进入设置模式时, CS 引脚必须为低电平, SET 引脚必须为低电平。设置模式下模块串口自动使用 9600bps、8 数据位、无校验、1 停止位。

8.2 参数设置帧结构

参数设置帧长度为 18 字节。设置命令帧头为 AA 5A, 模块应答帧头为 AA 5B。

字节位置	字段	属性	说明
1	0xAA	固定	命令字节。
2	0x5A	固定	设置命令字节。
3-4	Product ID	只读	产品型号 ID; S2.02 版本后为模块滚码 ID, 每个模块此 ID 不同。
5-6	Net ID	可读写	组网 ID, 通信双方必须相同。
7	NC	保留	保留字段。
8	RF Power	可读写	发射功率设置, 0-6 共 7 档, 出厂默认 0 为最大值。
9	NC	保留	保留字段。
10	Baud	可读写	UART 波特率参数, 0-8。
11	NC	保留	保留字段。
12	RF Channel	可读写	RF 信道, 0-127, 对应 2400-2527MHz。
13-15	NC	保留	保留字段。
16	Length	固定	固定为 0x12, 即 18 字节。
17	NC	保留	保留字段。
18	Checksum	校验	前 17 字节累加和, 取低 8 位。



8.3 设置命令示例

```
AA 5A 00 00 12 34 00 01 00 04 00 53 00 00 00 12 00 B4
```

字段	示例值	说明
帧头	AA 5A	设置参数命令。
Net ID	12 34	组网 ID。
RF Power	01	发射功率档位。
Baud	04	UART 波特率 9600bps。
RF Channel	53	十六进制 0x53, 十进制 83, 对应 2483MHz。
Length	12	18 字节。
Checksum	B4	前 17 字节累加和低 8 位。

模块收到设置命令后, 蓝色 LED 闪烁一次, 并返回应答数据。应答帧头由 AA 5A 变为 AA 5B, Product ID 返回厂家默认编号或模块滚码 ID, 其余字段按应答格式返回。

```
AA 5B 4C 05 12 34 00 01 00 04 00 53 00 00 00 12 00 06
```

8.4 查询参数指令

```
AA 5C 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 12 00 18
```

模块参数查询应答帧头为 AA 5D, 其余字段格式与设置命令应答一致。

8.5 查询版本号指令

```
AA 5D 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 07
```

示例版本号应答:

```
01 00 00 20 24 04 23 05
```

8.6 恢复出厂默认参数指令

```
AA 5A 00 00 00 00 00 00 00 04 00 53 00 00 00 12 00 6D
```



9 参数查表

9.1 发射功率参数

参数值	对应发射功率
0	10dBm
1	6dBm
2	3dBm
3	2dBm
4	1dBm
5	0dBm
6	-8dBm

9.2 UART 波特率参数

参数值	UART 波特率
0	600bps
1	1200bps
2	2400bps
3	4800bps
4	9600bps
5	19200bps
6	38400bps
7	57600bps
8	115200bps



9.3 RF 信道

项目	说明
信道范围	0-127
频率对应	2400-2527MHz
默认信道	0x53, 对应 2483MHz
使用建议	不建议使用 0 和 16 的倍数信道, 例如 0x00、0x10、0x40 等。

如果需要多组模块互不干扰, 可同时设置不同的 Net ID 和 RF 信道。Net ID 可理解为软件分组, RF 信道可理解为频率分组, 两者结合使用更利于系统分组管理。

10 数据通信行为

模块接收到 RXD 串口数据后, 会启动无线打包发送。无线端内部会按数据量重新打包, 空中包最多一次承载 7 字节。因此, 接收端 TXD 输出的数据在字节之间可能存在不均匀时间间隔, 此现象属于模块无线打包和接收输出行为的一部分。

模块可透传 ASCII 码或 HEX 数据, 只要两端 UART 波特率、Net ID、RF 信道等参数一致即可通信。

由于模块不会保证用户应用层数据包边界, 客户 MCU 程序应在应用层设计明确帧格式。建议包含帧头、地址或设备 ID、长度、序号、数据域、CRC 校验等字段, 并结合 ACK、重发和重复包过滤机制提升可靠性。

11 时间参数

项目	典型值	说明
上电启动初始化时间	约 260ms	模块上电后需等待初始化完成再通信。
SET 进入时间	约 5.5ms	SET 拉低后, 进入设置模式所需时间。
SET 退出时间	约 265ms	SET 拉高退出设置模式后, 需等待模块恢复通信。
CS 进入时间	约 5.5ms	CS 拉高或悬空后, 进入休眠状态的参考时间。
CS 退出时间	约 6.3ms	CS 拉低后, 从休眠恢复到工作状态的参考时间。

以上时间参数为系统设计参考, 实际应用应结合 MCU 程序、串口波特率、数据量、应答机制和现场环境验证。



12 MCU 接收与例程建议

接收端不建议仅依赖 STM32/GD32 等 MCU 的 UART 空闲中断直接判定“一包数据结束”，因为模块输出字节间隔可能不均匀，且 MCU 空闲中断时间通常与波特率相关。

建议采用以下方式之一：

- UART 中断 + 定时器超时：每收到一个字节清零定时器，连续约 10ms 无新数据后认为一包结束。
- DMA + UART 空闲中断 + 定时器：空闲中断触发后继续定时等待，确认 1-10ms 无新数据后再处理 DMA 缓冲区。
- 应用层帧格式：使用帧头、长度和 CRC 判断完整数据包，避免仅靠时间间隔判断。

12.1 接收超时例程框架

```
// 每收到 1 个 UART 字节调用一次，通常在串口中断或接收回调中执行。
void TR5_OnUartByte(uint8_t byte)
{
    // 实际项目中需先判断 rx_len 是否超过 rx_buffer 最大长度，避免缓存越界。
    rx_buffer[rx_len++] = byte;

    // 收到新字节后重启超时定时器。
    // 约 10ms 无新字节时，再认为当前一段串口数据接收结束。
    // 该时间需根据波特率、数据长度和 MCU 定时器精度调整。
    TR5_RestartRxTimeoutTimer(10);
}

// 接收超时回调：把当前缓存中的一段数据交给上层解析。
void TR5_OnRxTimeout(void)
{
    if (rx_len == 0) {
        return;
    }

    // 注意：超时分段不一定等于完整协议帧。
    // TR5_ProcessFrame() 内部仍需检查帧头、长度、命令字、校验和 / CRC。
    TR5_ProcessFrame(rx_buffer, rx_len);
}
```



```
// 清空接收长度, 准备接收下一段数据。  
// 若接收中断和超时回调可能同时访问 rx_len, 需做临界区保护。  
rx_len = 0;  
}
```

rx_buffer 大小、rx_len 类型、是否需要关中断保护, 要根据 MCU 平台实现。

12.2 设置参数例程框架

```
// 进入设置模式: CS=0, SET=0, UART 固定 9600bps, 8N1  
TR5_CS_LOW();  
TR5_SET_LOW();  
DelayMs(20);  
uint8_t cmd[18] = {  
    0xAA, 0x5A, 0x00, 0x00, 0x12, 0x34,  
    0x00, 0x01, 0x00, 0x04, 0x00, 0x53,  
    0x00, 0x00, 0x00, 0x12, 0x00, 0xB4  
};  
UART_Send(cmd, 18);  
UART_Read(response, 18, 100);  
// 退出设置模式: SET=1, 等待约 0.5s 后再通信  
TR5_SET_HIGH();  
DelayMs(500);
```

实际项目中应在应用层增加帧头、长度、地址 ID、序号、CRC、ACK、重发和重复包过滤机制, 避免无线半双工场景下出现误触发或重复执行。

13 电源设计建议

检查项	建议	原因
供电电压	使用 2.2~3.6V 稳定电	电压过低或发射瞬间跌落会导致距离短、丢包或异常复位。



检查项	建议	原因
	源, 典型 3.3V。	
模块近端去耦	VCC/GND 近端放置 0.1uF 高频去耦电容, 并根据整机负载增加合适容量的储能电容。	发射瞬态电流和数字噪声需要就近回流。
供电走线	VCC 走线短、宽、低阻抗, GND 回流路径完整。	细长供电路径会增加压降和噪声。
负载隔离	避免与电机、继电器、蜂鸣器、DC-DC 大电流路径共用细长电源线。	负载动作可能造成瞬态跌落、尖峰和地弹。
电源排查	用示波器在模块 VCC/GND 引脚处测量纹波和发射瞬间跌落。	万用表可能无法捕捉短时间电压异常。

如果整机存在电机、继电器、电磁阀、压缩机、蜂鸣器或大功率 LED 等负载, 应在负载电源入口、驱动器件和模块电源处分别评估瞬态干扰。



14 EMC 与抗干扰建议

场景	建议
继电器/电机负载	继电器线圈、马达、电磁阀等感性负载应配置合适的续流、吸收或抑制器件, 并保持与模块和天线区域的物理距离。
DC-DC 电源	开关电源电感、二极管、开关节点和高 di/dt 回路应远离模块天线侧, 必要时增加滤波和屏蔽措施。
ESD 接口	外接线缆、按键、外壳开孔和人体可触区域应评估 ESD 泄放路径, 避免 ESD 电流穿过模块地回路。
同频干扰	2.4GHz 环境中可能存在 Wi-Fi、蓝牙和其他 2.4GHz 设备, 应在最终安装环境验证通信成功率。
整机验证	建议按“裸板通信 -> 装外壳 -> 负载动作 -> 实际安装环境”的顺序逐步测试。

EMC 问题通常不是单一模块参数决定, 而是电源、地线、负载、外壳、天线、安装位置和现场干扰共同作用的结果。

15 PCB 布线建议

区域	建议
模块位置	模块尽量靠 PCB 边缘放置, 天线侧远离金属、铜皮、屏蔽罩、连接器和高大器件。
天线净空	PCB 天线下方和前方避免铺铜、走线、放置电池或金属结构。
UART 走线	RXD/TXD 走线尽量短, 远离电源开关节点、马达线、继电器线圈和天线区域。
SET/CS 控制线	SET 和 CS 建议由 MCU 明确控制或按应用固定电平, 避免悬空状态受干扰导致误入设置/休眠状态。
地回流	模块 GND 应有低阻抗回流路径, 避免模块电流和负载大电流共用狭窄地线。
测试点	建议预留 VCC、GND、RXD、TXD、SET、CS 测试点, 便于量产和售后排查。



如果模块附近必须放置 DC-DC、电感、继电器或大电流走线，应在样机阶段进行通信距离、丢包率、负载动作干扰和低电压边界测试。

16 天线与结构建议

灵-TR5 默认带 PCB 天线。天线底部和天线前方应保持净空，不应敷铜或接触金属。外壳、金属件、电池、屏蔽罩、手持姿态和安装方向都会影响实际通信距离。

灵-TR5-Z 为 IPEX 外接天线版本。外接天线建议选用与 2.4GHz 频段匹配的 50ohm 天线，并在最终结构中测试通信距离和稳定性。实际选型应结合产品体积、成本、外壳材料、安装方式和通信距离目标验证。

17 回流焊与生产建议

灵-TR5 为 SMD 模块，建议采用规范的 SMT 工艺生产。回流焊曲线应以焊膏规格、PCB 材料、整机热容量和 SMT 厂工艺为准，并通过首件确认和小批量试产验证。

工艺环节	建议
存储与防潮	模块上线前应按电子元件防潮要求管理，避免受潮后直接高温回流。
钢网设计	按焊盘尺寸和锡量要求设计钢网，避免虚焊、连锡和模块浮高。
回流曲线	采用平稳升温、充分预热和受控冷却的曲线；峰值温度 and 高温停留时间应由 SMT 工艺确认。
二次回流	如整机需要双面回流，应评估模块重量、焊盘保持力、最高温度和重复热冲击影响。
手工补焊	手工补焊应控制烙铁温度和接触时间，避免长时间加热模块焊盘和 PCB 天线区域。
清洗工艺	如使用清洗剂，应确认不会残留在模块、天线或连接器区域，避免影响绝缘和 RF 性能。
量产测试	建议测试上电电流、休眠电流、串口通信、RF 通信、SET/CS 状态和固定距离收发成功率。

如果客户需要严格的回流焊温度曲线，应结合模块实物、客户 PCB、焊膏和 SMT 设备建立内部工艺文件。



18 调试流程建议

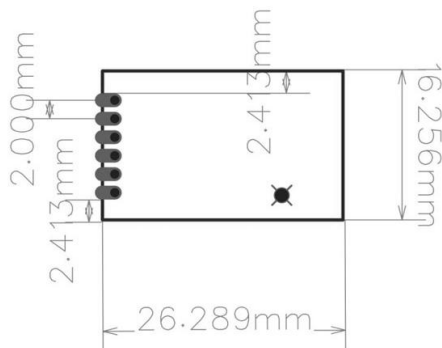
1. 使用两个模块和串口 DEMO 工具, 在默认参数下完成电脑端串口助手收发测试。
2. 确认两端模块 Net ID、RF 信道、UART 波特率一致。
3. 确认 CS 为低电平工作状态, 通信时 SET 为高电平或悬空。
4. 确认串口 TXD/RXD 交叉连接, 且 GND 共地。
5. MCU 移植前先发送短数据包测试, 再逐步增加数据量和业务协议。
6. 如果通信异常, 先脱离客户 PCB, 用串口 DEMO 工具单独验证模块, 再排查客户电源、天线、布局 and 程序。
7. 如果负载动作时通信异常, 重点检查模块 VCC/GND 处的瞬态跌落、继电器/电机干扰和地回流路径。
8. 如果距离明显偏短, 分别测试裸板、不同天线方向、不同 RF 信道、不同外壳状态和不同安装位置。

19 指示灯说明

状态	指示灯表现
设置状态	蓝色 LED 常亮。
工作状态	LED 熄灭。
接收或发送数据	LED 闪烁。



20 尺寸



21 认证与合规声明

2.4GHz 产品出口不同地区时, 需要结合当地法规确认可用频段、发射功率、天线形式、杂散和整机认证边界。更换天线、外壳结构、安装方式或应用环境, 可能影响最终测试结果。

模块规格、天线规格和整机认证不是同一层级。客户产品量产和出口时, 应按最终整机状态进行合规评估和必要测试。

22 订购与技术支持

技术资料、设置软件和测试工具可通过蜂鸟无线官网获取:

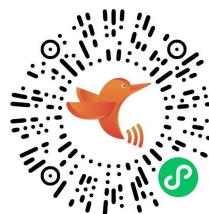
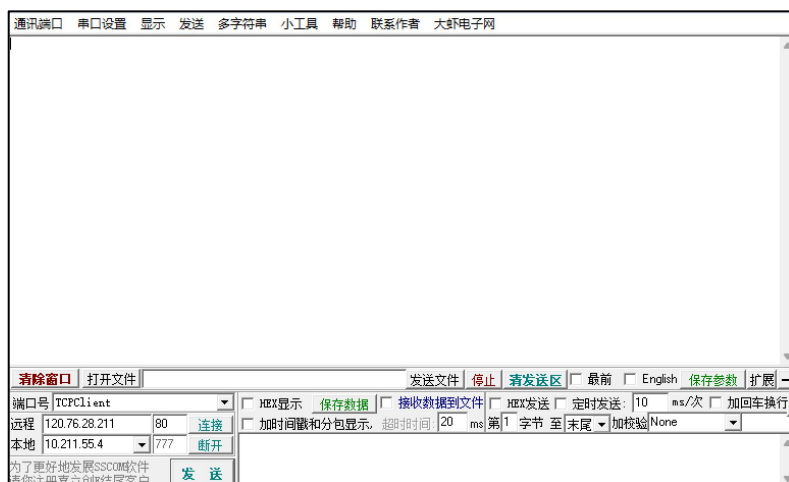
WWW.FNRF.CC

技术咨询请参考本文档页脚联系方式。



附录 A 快速上手

当您拿到模块后, 可以不用做任何的参数设置, 只要电路连接正确(可参见第六章), 即可以直接进行串口通讯。也可借助下方串口 DEMO, 快速进入数据收发测试。



串口 DEMO (测试板)



参数设置:

(非必需操作, 默认参数即可通信,)



- 1、推荐用上图工具进行设置和测试, 如果用上位机设置参数失败, 请检查 CS 引脚是否为**低电平**, SET 引脚是否为**低电平**, 此时模块灯常亮。
- 2、通信不成功, 先检查硬件问题, 如果确保硬件连接没有问题, 再查询收发模块参数是否一致。
- 3、设置软件可在官网下载 WWW.FNRF.CC。
- 4、设置完成测通信时, 记得 SET 改回高电平, 回到通信模式。
- 5、用单片机或串口助手设置参数时, 请严格按照规格书写指令, 校验和一定要正确, 设置是否成功, 可以通过查询指令参看。



附录 B 天线、封装、服务、购买

灵-TR5 自带 PCB 天线, 注意天线底部不要敷铜或接触金属, 如需外接, 请选用灵-TR5-Z, 带有 IPEX 座, 推荐搭配 TF21/TF91 天线, 带 3M 胶可贴装。

天线非常重要, 不接天线或天线不当会严重影响效果, 实际效果还和PCB、外壳、结构等有关, 建议多购买几种天线方便实测:



微信扫码购买天线



符号/封装推荐立创 EDA (www.lceda.cn) 搜索“蜂鸟无线”或“产品型号”即可找到。

元件库

搜索引擎: 立创EDA 立创商城 微-R5

类型: 符号 封装 仿真符号 原理图模块 PCB模块 3D模型

库别: 立创商城(999+) 嘉立创贴片(999+) 系统库(0) 用户贡献(528)

标题(零件名称)	封装	所有者
微-R5	微-R5	jeckeehy
AT89C2051	DIP-20_W7.62MM	denglj
STM32L15xCx	LQFP48	zqn_team
STC8F2K08S2_SOP16_JX copy	NSOP16_150MIL_JX	lianxi117
GD32F150G8U6_JX	QFN28_4X4X04P_JX	The L
EM88F758NSO20	SOP-20_L12.8-W7.5-P1.27-LS10.4-BL	mickeyye
MA803AT	TSSOP-20_L6.5-W4.4-P0.65-LS6.4-BL	_依如画
STM32F103C8T6	LQFP48	toumingyu
STM32F103C8T6.1		
STM32F103C8T6.2		
STM32F103VET6_JX COPY	LQFP100_14X14X05P_JX	Mr.Zheng
STM32F103VET6_JX COPY.1.1		
STM32F103VET6_JX COPY.1.2		

立创EDA > 符号 > 用户贡献 > 微-R5

编辑 放置 更多 取消



微信扫码技术咨询+获取开发资料

