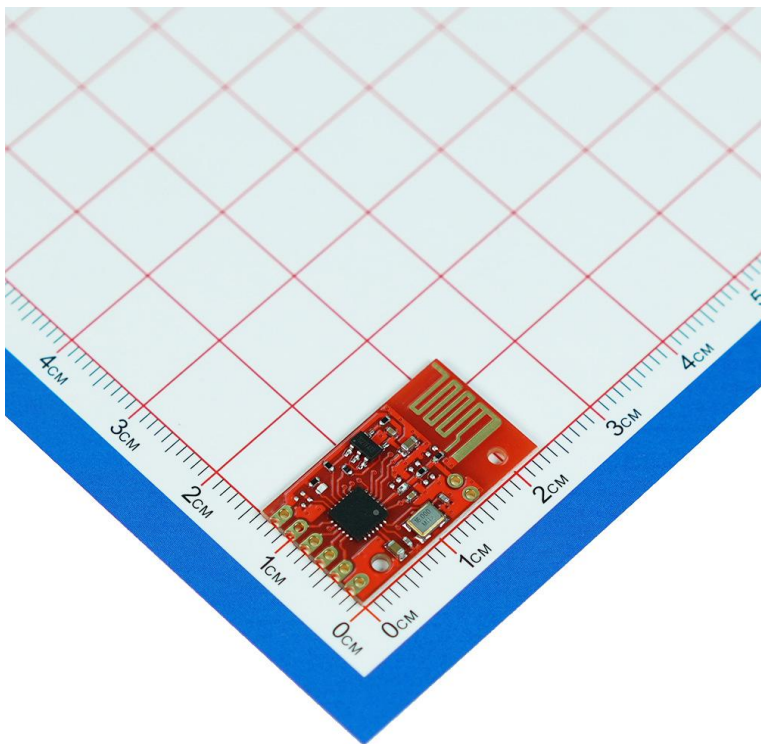




灵-TR2 无线串口模块规格书

Ling-TR2 Wireless UART Module Specification



项目	内容
产品型号	灵-TR2 / LC12S
文档版本	V3.7
发布日期	2026-07-15
品牌	FNRF / 蜂鸟无线



目录

灵-TR2 无线串口模块规格书	1
1 产品概述	3
3 产品特点	3
4 典型应用	3
5 技术参数	4
6 引脚定义	5
7 用法与工作模式	5
8 设置指令	7
9 参数查表	9
10 数据通信行为	11
11 时间参数	11
12 MCU 接收与例程建议	11
13 电源设计建议	13
14 EMC 与抗干扰建议	13
15 PCB 布线建议	13
16 天线与结构建议	13
17 回流焊与生产建议	14
18 尺寸	14
19 订购与技术支持	14
附录 参数设置、快速测试、封装、服务和购买	15



1 产品概述

灵-TR2 是一款 2.4GHz 无线收发模块, 支持 UART TTL 串口透明传输, 内部集成无线收发与数据通信处理机制。用户可通过串口指令或设置工具配置 RF 信道、发射功率、串口波特率、网络 ID 等参数。

模块适合把 MCU 串口数据、控制数据和状态数据转换为 2.4GHz 无线链路, 用于遥控、数据采集、智能家居、工业控制、机器人和智能家电等场景。

3 产品特点

- 2.4-2.5GHz GFSK 无线收发, 默认 2.5G (可指定)
- 支持 128 个 RF 信道。
- UART TTL 串口透明传输, 便于 MCU 或串口设备接入。
- 支持 RF 发射功率、串口波特率、RF 信道和网络 ID 配置。
- 供电电压 2.2-3.6V, 典型 3.3V。
- 接收灵敏度典型 -95dBm。
- 支持 CS 休眠控制, 睡眠电流典型 9.5uA。
- SMD 封装, 适合嵌入式产品集成。

4 典型应用

- 遥控设备
- 数据采集终端
- 智能家居设备
- 工业控制
- 机器人控制
- 智能家电
- 低速状态数据回传
- MCU 串口无线化

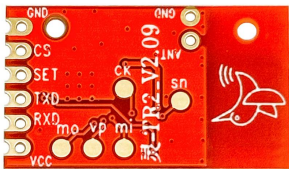


5 技术参数

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 与 GND 之间。
工作频段	2.4	-	2.5	GHz	2.4GHz ISM 频段。
RF 信道数量	-	128	-	个	RF 信道参数 0-127。
调制方式	-	GFSK	-	-	-
最大输出功率	-	12	-	dBm	RF Power 参数 0。
接收灵敏度	-	-95	-	dBm	典型值。
发射电流	-	40	-	mA	12dBm 发射功率条件。
发射电流	-	25	-	mA	0dBm 发射功率条件。
接收电流	-	27	-	mA	接收状态。
睡眠电流	-	9.5	-	uA	CS 休眠状态。
UART 波特率	600	9600	38400	bps	默认 9600bps, 可配置。
空中速率	-	1	-	Mbps	无线空中速率。
参考距离	-	100	-	m	开阔视距, 实际距离与天线、供电、结构和现场干扰有关。
接口电平	-	TTL	-	-	UART TTL 电平。
封装形式	-	SMD	-	-	表贴封装。



6 引脚定义



背面视图

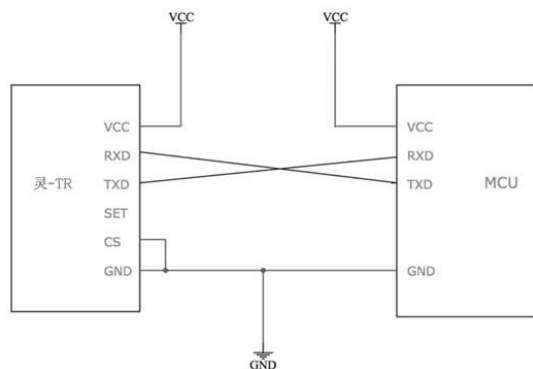
引脚名称	类型	功能	说明
VCC	电源	电源正	2.2-3.6V, 典型 3.3V。
RXD	输入	模块数据输入	连接 MCU TXD; UART TTL 电平。
TXD	输出	模块数据输出	连接 MCU RXD; UART TTL 电平。
SET	输入	参数配置使能	低电平进入配置模式; 悬空或高电平为通信模式。
CS	输入	工作/休眠控制	低电平工作; 悬空或高电平休眠。
GND	电源	电源地	与 MCU 或外部串口设备共地。
ANT	射频	外置天线接口	连接 2.4GHz 匹配天线; 使用外置天线时按模块焊盘设计处理。

7 用法与工作模式

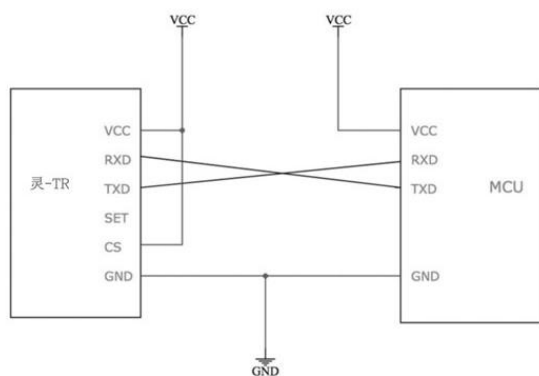




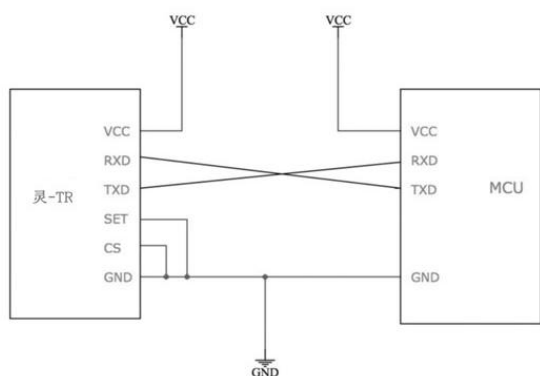
1、通信模式



2、休眠模式（低功耗，不可数据通信）



3、设置模式（修改参数，不可数据通信）





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	透明传输	可收发无线数据。
设置模式	低电平	低电平	参数配置	用于设置或查询模块参数。
休眠模式	高电平或悬空	-	不通信	低功耗休眠。

8 设置指令

8.1 参数设置帧

字节位置	字段	属性	说明
1	0xAA	固定	命令字节。
2	0x5A	固定	设置参数命令字节。
3-4	Self ID	2Byte	模块 ID, 设置时不影响模块实际 ID。
5-6	Net ID	2Byte	组网 ID, 通信双方需一致。
7	NC	1Byte	保留, 必须为 0x00。
8	RF Power	1Byte	发射功率参数, 范围 0-14。
9	NC	1Byte	保留, 必须为 0x00。
10	Baud	1Byte	串口波特率参数, 范围 0-6。
11	NC	1Byte	保留, 必须为 0x00。
12	RF Channel	1Byte	RF 信道参数, 范围 0-127。
13	NC	1Byte	保留, 必须为 0x00。
14-15	NC	2Byte	保留。
16	Length	1Byte	固定 0x12。
17	NC	1Byte	保留, 必须为 0x00。
18	CheckSum	1Byte	前 17 个字节累加后保留低 8 位。



8.2 设置示例

字段	示例值	说明
主机发送	AA 5A 00 00 00 00 00 00 00 04 00 0A 00 00 00 12 00 24	设置 Net ID 为 0000, 发射功率 12dBm, UART 波特率 9600bps, RF 信道 10。
模块返回	AA 5B 05 21 00 00 00 00 00 04 00 0A 00 00 00 12 00 4B	返回数据中包含模块 ID。
查询参数	AA 5C 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 12 00 18	查询当前参数。
查询版本	AA 5D 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 07	查询软件版本。
出厂设置	AA 5A 00 00 00 00 00 00 00 04 00 64 00 00 00 12 00 7E	出厂示例参数。

进入设置状态时, SET 引脚保持低电平, CS 引脚保持低电平。设置串口格式为 8 数据位、无校验、1 停止位, 波特率 9600bps。



9 参数查表

9.1 发射功率表

参数值	十六进制	对应发射功率
0	0x00	12dBm
1	0x01	10dBm
2	0x02	9dBm
3	0x03	8dBm
4	0x04	6dBm
5	0x05	3dBm
6	0x06	0dBm
7	0x07	-2dBm
8	0x08	-5dBm
9	0x09	-10dBm
10	0x0A	-15dBm
11	0x0B	-20dBm
12	0x0C	-25dBm
13	0x0D	-30dBm
14	0x0E	-35dBm

9.2 UART 波特率表

参数值	十六进制	UART 波特率
0	0x00	600bps
1	0x01	1200bps
2	0x02	2400bps
3	0x03	4800bps



参数值	十六进制	UART 波特率
4	0x04	9600bps
5	0x05	19200bps
6	0x06	38400bps

9.3 RF 信道代表值

参数值	十六进制	对应频率	说明
0	0x00	2400MHz	不建议作为常用信道。
1	0x01	2401MHz	代表信道。
10	0x0A	2410MHz	设置示例使用值。
20	0x14	2420MHz	代表信道。
32	0x20	2432MHz	代表信道。
48	0x30	2448MHz	代表信道。
64	0x40	2464MHz	代表信道。
80	0x50	2480MHz	代表信道。
96	0x60	2496MHz	代表信道。
100	0x64	2500MHz	出厂示例值。

信道参数按 2400MHz 加参数值换算。信道配置时避开 0 和 16 的倍数；多组模块并行使用时，可结合不同 Net ID 和不同 RF 信道分组。



10 数据通信行为

- 模块为半双工通信方式, 不能同时发送和接收。
- RXD 收到串口数据后, 模块会启动无线打包发送。
- 接收端输出串口数据时, 字节间隔可能不均匀, MCU 接收建议使用超时组包方式。
- UART 波特率与无线空中速率不是同一个参数, 空中速率典型为 1Mbps。
- 通信双方需要保持 Net ID、RF 信道、UART 波特率等参数一致。

11 时间参数

项目	典型值	说明
上电初始化时间	80ms	初始化完成后可正常通信。
休眠唤醒时间	190us	CS 从休眠切换到工作后的典型恢复时间。
休眠到收发预留时间	2ms	工程程序中建议按该时间预留。
收发切换时间	320us	发射与接收方向切换的理论时间。
接收超时组包时间	10ms	MCU 接收端可按连续 10ms 无新字节作为一包结束。

12 MCU 接收与例程建议

串口接收建议使用环形缓冲区和接收超时机制。由于模块接收端输出字节间隔可能不均匀, 不建议仅依赖 MCU 串口空闲中断直接判定整包结束。

```
#include <stdint.h>
#include <stddef.h>
#define TR2_RX_TIMEOUT_MS 10u
#define TR2_RX_BUFFER_SIZE 128u
static uint8_t tr2_rx_buffer[TR2_RX_BUFFER_SIZE];
static size_t tr2_rx_len = 0;
/*
 * TR2_OnUartByte()
 * 由 MCU 串口接收中断或 DMA 接收回调调用。
 * 每收到 1 个字节就写入接收缓冲区, 并重新启动接收超时定时器。
 */
```



```
void TR2_OnUartByte(uint8_t byte)
{
    if (tr2_rx_len < TR2_RX_BUFFER_SIZE) {
        tr2_rx_buffer[tr2_rx_len++] = byte;
    } else {
        /*
         * 缓冲区满时丢弃本包, 避免数组越界。
         * 正式项目可在这里增加错误计数或重新同步机制。
         */
        tr2_rx_len = 0;
    }
    /*
     * 连续 TR2_RX_TIMEOUT_MS 无新字节后, 再认为一包串口数据接收完成。
     * 该时间用于适配模块接收端字节间隔不均匀的情况。
     */
    TR2_RestartRxTimeoutTimer(TR2_RX_TIMEOUT_MS);
}
/*
 * TR2_OnRxTimeout()
 * 由接收超时定时器回调调用。
 * 进入此函数说明一段时间内没有新的 UART 字节到达, 可交给上层协议处理。
 */
void TR2_OnRxTimeout(void)
{
    if (tr2_rx_len == 0) {
        return;
    }
    /*
     * tr2_rx_buffer[0..tr2_rx_len-1] 即为本次收到的一包数据。
     * 如果业务层有帧头、长度、CRC 或命令字, 可在 TR2_ProcessFrame() 中解析。
     */
    TR2_ProcessFrame(tr2_rx_buffer, tr2_rx_len);
    /*
     * 处理完成后清空长度, 等待下一包数据。
     */
    tr2_rx_len = 0;
}
```



13 电源设计建议

- VCC 供电范围为 2.2~3.6V, 典型 3.3V。
- 模块在 12dBm 发射功率下发射电流典型 40mA, 电源设计需预留瞬态电流余量。
- VCC 与 GND 之间建议靠近模块放置去耦电容, 减小发射瞬间电压跌落。
- 模块不适合直接使用输出能力不足的纽扣电池供电。
- MCU、串口工具和模块必须共地, 避免串口电平参考不一致。

14 EMC 与抗干扰建议

- 模块工作在 2.4GHz 频段, 整机结构、天线位置、电源噪声和现场同频干扰会影响通信效果。
- 模块应远离 DC-DC 电感、大电流走线、继电器、电机和高速数字接口。
- 通信双方可通过 Net ID 和 RF 信道分组, 降低多组设备并行使用时的互扰概率。
- 批量生产前应在真实外壳、真实供电和目标安装方向下验证通信距离。

15 PCB 布线建议

- VCC 与 GND 走线尽量短而宽, 模块附近保持完整地参考。
- RXD、TXD、SET、CS 走线避免贴近高频开关节点和大电流回路。
- ANT 走线按 2.4GHz 射频路径处理, 避免锐角、长支线和不必要过孔。
- 外置天线接口附近保持天线净空, 减少金属件、电池和屏蔽罩遮挡。
- 若整机外壳或结构靠近天线, 应在最终结构中验证距离和方向性。

16 天线与结构建议

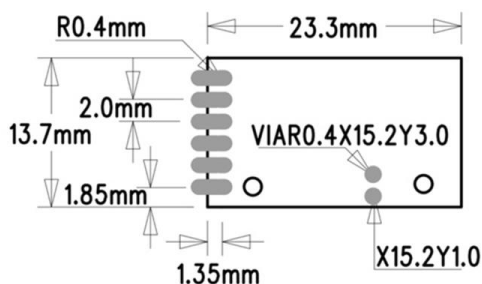
- ANT 为外置天线接口, 建议连接 2.4GHz 匹配天线。
- 使用外置天线时, 应按模块焊盘和结构要求处理 PCB 天线连接处器件。
- 天线区域应远离金属外壳、大面积铜皮、电池、屏蔽罩和手持遮挡区域。
- 不接天线或天线不匹配会严重影响通信距离甚至损坏产品。
- 远距离或复杂结构项目, 应在目标外壳和目标安装方向下进行整机距离测试。



17 回流焊与生产建议

- 模块为 SMD 封装，贴装时应控制焊盘尺寸、锡膏量和回流温度曲线。
- 回流焊后检查焊盘连锡、虚焊、偏移和天线接口焊接质量。
- 生产测试建议包含上电电流、休眠电流、串口收发、参数读取、RF 信道和距离抽检。
- 参数写入后可通过查询指令读取确认，确保 Net ID、RF 信道、功率和 UART 波特率一致。

18 尺寸



19 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.FNRFC.CC



附录 参数设置、快速测试、封装、服务和购买

参数设置界面

模块到手无需设置, 可直接通信



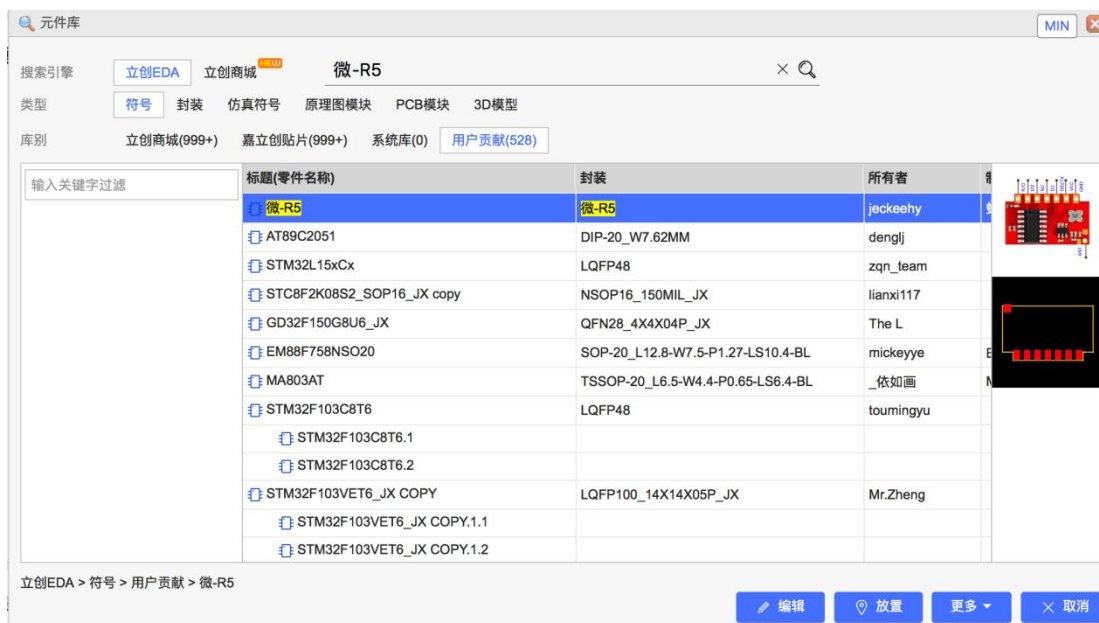
串口 DEMO (测试板)



- 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 CE 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，校验和一定要正确以及第 7,9,11,13,17 字节必须为 0，否则设置失败。设置是否成功，可以通过查询指令参看。

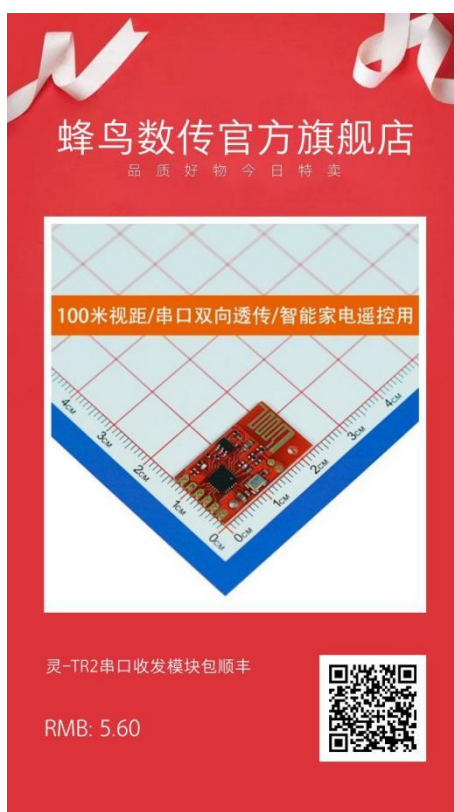
封装和符号

推荐使用立创 EDA (www.lceda.cn) 搜索“蜂鸟无线”或“产品型号”即可找到。





微信扫码技术服务+获取开发资料



微信扫码购买送工具