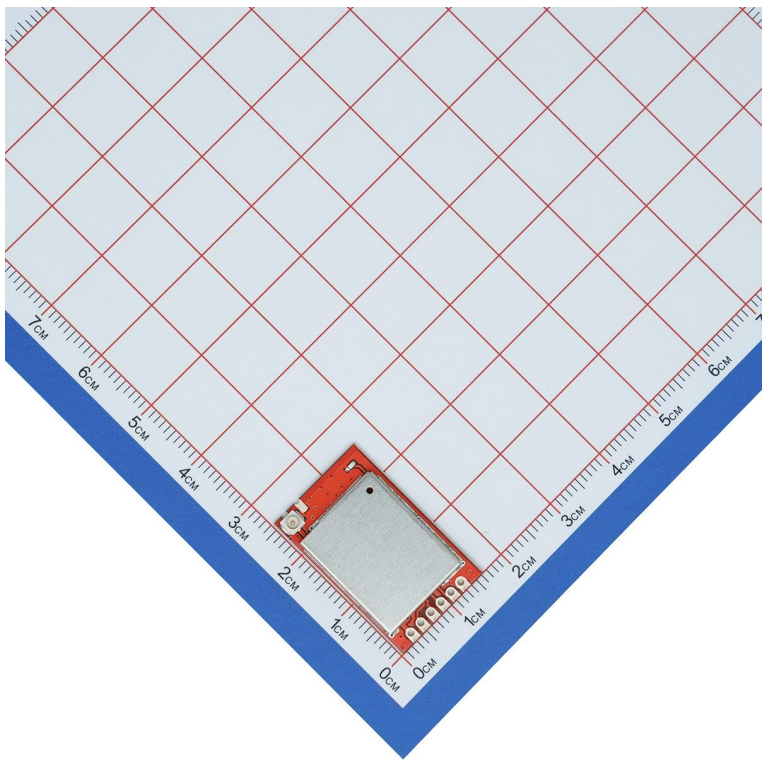




灵-TR6 无线串口模块规格书

Ling-TR6 Spread-Spectrum Wireless UART Module Specification



项目	内容
产品型号	灵-TR6 / Ling-TR6
文档版本	V1.7
发布日期	2026-07-02
品牌	FNRF / 蜂鸟无线



目录

灵-TR6 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	6
7 快速连接	7
8 设置指令	8
9 参数查表	10
10 数据通信行为	12
11 时间参数	12
12 MCU 接收与例程建议	13
13 电源设计建议	14
14 EMC 与抗干扰建议	15
15 PCB 布线建议	15
16 天线与结构建议	15
17 指示灯说明	15
18 尺寸	16
19 订购与技术支持	16
附录 A 快速上手	17
1、数据收发测试	17
2、距离/丢包率测试	18
3、参数设置:	18
附录 B 天线、封装、服务、购买	20



1 产品概述

灵-TR6 是一款基于扩频通信的无线串口模块, 通过 UART TTL 串口与 MCU 或串口设备连接。模块支持串口透明传输, 并可配置发射功率、串口波特率、无线频道、网络 ID、带宽、扩频因子和码率等参数。

模块无线链路为半双工方式, 收发切换由模块自动完成。灵-TR6 适合低速数据采集、远距离控制、状态回传、工业设备互联和智能设备通信等应用。

2 产品特点

- 扩频通信、远距离、抗干扰。
- 433MHz、490MHz、915MHz 频段可选; 默认 433.92MHz。
- 433MHz 版本支持 0-40 信道, 对应 423.92-443.92MHz。
- 供电范围 2.0-3.6V, 典型 3.3V。
- 接收灵敏度典型 -143dBm。
- 发射电流典型 76mA@22dBm; 接收电流典型 9mA。
- 休眠电流典型 6uA。
- UART TTL 串口透传, 600-115200bps, 默认 9600bps。
- 支持 Net ID 与 RF 信道组合分组, 便于多组模块在同一区域使用。

3 典型应用

应用类别	说明
数据采集	传感器、仪表、采集终端的低速串口数据无线传输。
遥控与开关量控制	点对点控制、状态回传、远距离开关量控制。
工业控制	现场设备、控制柜、低速执行机构的无线控制或监测。
智能设备互联	智能家居、智能家电、低速串口设备之间的数据互联。
机器人与移动设备	对实时性要求适中、通信距离要求较高的控制链路。

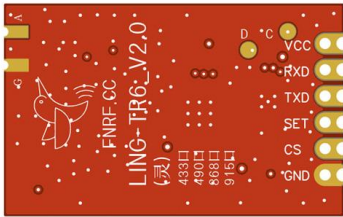


4 技术参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/说明
工作电压	2.0	3.3	3.6	V	VCC 与 GND 之间。
工作频段	423.92	433.92	443.92	MHz	433MHz 版本, 0-40 信道。
可选频段	-	433	-	MHz	可选 490/915MHz。
RF 信道数量	0	20	40	ch	默认第 20 信道。
通信方式	-	扩频通信	-	-	UART 串口透传, 半双工。
串口波特率	600	9600	115200	bps	参数 0-8 可配置。
接收灵敏度	-	-143	-	dBm	典型值。
发射电流	-	76	-	mA	@22dBm 。
接收电流	-	9	-	mA	典型值。
休眠电流	-	6	-	uA	休眠状态不可接收无线数据。
发射功率参数	0	22	-	-	-
带宽	62.5	125	500	kHz	可选 62.5/125/250/500kHz。
扩频因子	SF5	SF7	SF12	-	数值越大, 速率越低, 距离越远。
码率	4/5	4/5	4/8	-	参数 0-3 对应 4/5、4/6、4/7、4/8。
参考距离	-	4000	-	m	0.6kbps、开阔无干扰视距参考值, 实际距离需整机验证。
温度范围	-30	25	+80	℃	应确认整机温度
天线接口	-	50	-	ohm	ANT 为外置天线接口。推荐 TF45
模块宽度	-	16.10	-	mm	
模块长度	-	25.90	-	mm	
主排针间距	-	2.00	-	mm	



5 引脚定义



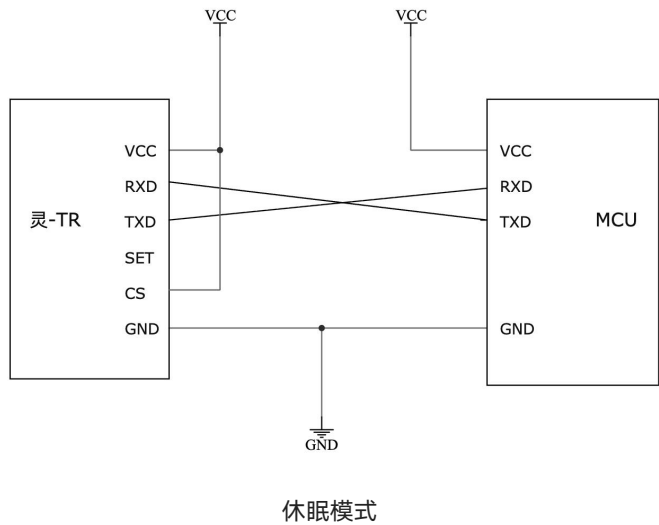
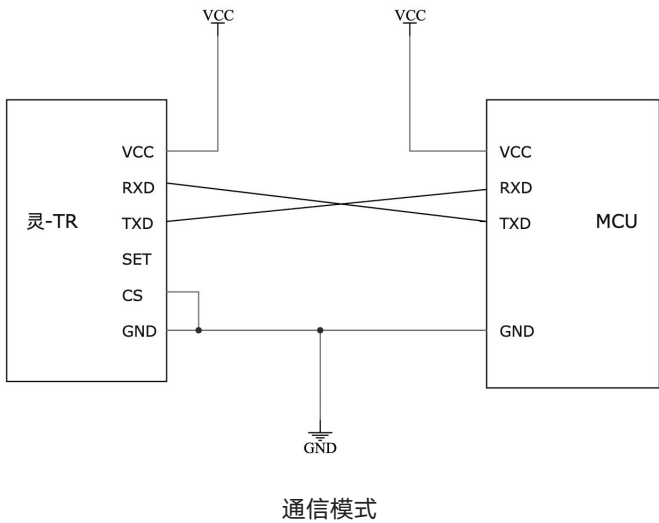
背面视图

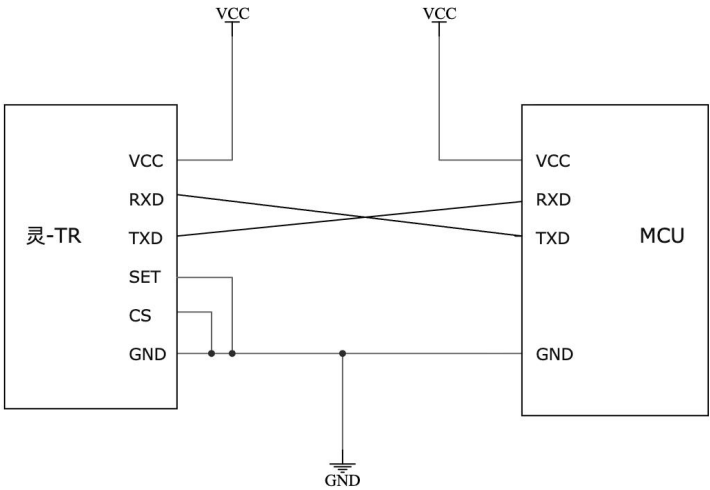
引脚名称	类型	功能	说明
VCC	电源	电源正	2.0~3.6V，典型 3.3V。
RXD	输入	模块数据输入	连接 MCU TXD；UART TTL 电平。
TXD	输出	模块数据输出	连接 MCU RXD；UART TTL 电平。
SET	输入	参数配置使能	低电平进入设置模式；悬空或高电平为通信模式。
CS	输入	工作/休眠控制	低电平工作；高电平或悬空休眠。
GND	电源	电源地	与 MCU 或外部串口设备共地。
ANT	RF	外置天线接口	50ohm 天线接口，推荐 TF45。



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	可进行无线串口透传。
休眠模式	高电平或悬空	任意	不可通信	静态电流约 6uA；不可接收无线数据。
设置模式	低电平	低电平	固定 9600bps, 8N1	可读写模块参数；指示灯常亮。





设置模式

7 快速连接



模块引脚	连接对象	说明
VCC	3.3V 电源	电源范围 2.0-3.6V，建议先按 3.3V 验证。
GND	MCU GND	必须与 MCU 或串口设备共地。
RXD	MCU TXD	主控发送数据到模块。
TXD	MCU RXD	模块输出数据到主控。
CS	MCU GPIO 或 GND	低电平工作；若不使用休眠，可固定低电平。
SET	MCU GPIO 或悬空	通信模式悬空/高电平；设置参数时拉低。
ANT	外置天线	连接目标频段匹配天线，保持天线净空。



8 设置指令

进入设置模式时, CS 与 SET 均应为低电平。设置模式下串口固定为 9600bps、8 数据位、无校验、1 停止位; 该串口格式与通信模式中配置的业务波特率无关。

8.1 参数设置帧结构

AA 5A 00 00 00 00 00 00 01 04 0A 00 02 00 00 00 00 15

字节位置	字段	属性	说明
1	0xAA	固定	帧头第 1 字节。
2	命令字	固定/可变	0x5A 下发参数, 0x5B 下发回应, 0x5C 查询参数, 0x5D 查询回应, 0x59 查询版本, 0x58 恢复默认。
3-4	Product ID	只读	产品 ID, 不可修改。
5-6	Net ID	可读写	组网 ID, 两端需一致才能通信。
7	NC	保留	占位, 参与校验。
8	RF Power	可读写	发射功率设置。默认最大值
9	Bandwidth	可读写	0-3 对应 62.5/125/250/500kHz。默认 125
10	Baud	可读写	0-8 对应 600-115200bps, 默认 4 即 9600bps。
11	NC	保留	占位, 参与校验。
12	RF Channel	可读写	0-40 对应 423.92-443.92MHz, 默认 20 即 433.92MHz。
13	SF	可读写	0-7 对应 SF5-SF12。默认 SF7
14	Coding Rate	可读写	0-3 对应 4/5、4/6、4/7、4/8。默认 4/5
15-17	NC	保留	占位, 参与校验。
18	Checksum	校验	前 17 字节累加和取低 8 位。



8.2 命令示例

用途	HEX 指令/回应	说明
下发参数	AA 5A 00 00 12 34 00 00 02 04 00 14 02 00 00 00 00 66	设置 Net ID、功率、带宽、波特率、信道、SF、码率等字段。
下发回应	AA 5B 4C 04 12 34 00 00 02 04 00 14 02 00 00 00 00 B7	模块回应帧头由 AA 5A 变为 AA 5B。
查询参数	AA 5C 00 00 12 34 00 00 02 04 00 14 04 00 00 00 00 6A	查询当前参数; 回应帧头为 AA 5D。
查询版本	AA 59 00 00 12 34 00 00 02 04 00 14 04 00 00 00 00 67	模块返回 ASCII 码格式版本字符串。
恢复默认	AA 57 00 00 00 00 02 00 03 04 0A 00 02 00 00 00 00 16	恢复出厂默认参数。 默认参数: 频率 433.92MHZ (也可能为其它、版本决定) 波特率 9600 网络 ID 为 0000, SF 值: 7 带宽: 125KHZ



9 参数查表

9.1 发射功率参数

参数项	取值	说明
参数码范围	0~21 (0x00~0x16)	1 Byte, 可读写。
出厂状态	最大功率	0X00, 即 22dBm。

参数值	十六进制	UART 波特率
0	0x00	22dBm (默认)
1	0x01	21dBm
2	0x02	20dBm
3	0x03	19dBm
...	...	...
21	0x16	1dBm

9.2 UART 波特率参数

参数值	十六进制	UART 波特率
0	0x00	600bps
1	0x01	1200bps
2	0x02	2400bps
3	0x03	4800bps
4	0x04	9600bps (默认)
5	0x05	19200bps
6	0x06	38400bps
7	0x07	57600bps
8	0x08	115200bps



9.3 带宽参数

参数值	十六进制	带宽
0	0x00	62.5kHz
1	0x01	125kHz (默认)
2	0x02	250kHz
3	0x03	500kHz

9.4 扩频因子

参数值	十六进制	扩频因子	说明
0	0x00	SF5	速度较快, 距离相对较短。
1	0x01	SF6	速度和距离折中。
2	0x02	SF7	默认参数常用范围。(默认)
3	0x03	SF8	速度较慢, 距离相对较远。
4	0x04	SF9	速度慢, 距离相对更远。
5	0x05	SF10	速度慢, 距离相对更远。
6	0x06	SF11	速度慢, 距离相对更远。
7	0x07	SF12	速度最慢, 距离更远。

9.5 码率参数

参数值	码率
0	4/5 (默认值, 无需修改)
1	4/6
2	4/7
3	4/8



9.6 RF 信道 (部分)

十进制参数	十六进制	对应频率	说明
0	0x00	423.92MHz	低频端。
10	0x0A	428.92MHz	代表性信道。
20	0x14	433.92MHz	出厂默认信道。
30	0x1E	438.92MHz	代表性信道。
40	0x28	443.92MHz	高频端。

10 数据通信行为

灵-TR6 进行串口透明传输, 但透明传输不等于应用层可靠协议。模块可能根据空中速率和无线参数对串口数据进行内部打包和拆包, 接收端字节间隔可能不均匀。

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

单个无线包最多承载 20 字节有效数据。如果发送数据超过 20 字节, 模块会分成多包无线数据。无线速率可能低于 UART 持续输入速率, 若上层连续高速发送, 可能出现缓存溢出或数据拥塞。在协议允许的情况下, 按 20 字节整数倍组织连续数据可减少尾包占用, 提高传输效率。

串口接收缓存为 500 字节滚动型缓存。当 UART 输入速度高于无线发送能力时, 可能发生缓存溢出。对于连续数据, 建议根据空中参数、业务帧长度和实际丢包率设置发送节奏。

11 时间参数

项目	典型值	说明
上电初始化时间	160ms	上电后应等待初始化完成再通信。
CS 拉高或悬空进入睡眠	5.1ms	休眠状态不可接收无线数据。
CS 拉低退出休眠	6ms	唤醒后建议预留 10~30ms 再发送业务数据。
SET 拉低进入设置	10ms	进入设置模式后 UART 固定 9600bps, 8N1。
SET 退出设置	54ms	退出后回到通信模式。



11.1 速率关系参考

带宽 kHz	SF 因子	起步时长	1 字节时长	n 字节单包总时长	备注
500	5	1.7ms	0.4ms	$1.7 + n \times 0.4\text{ms}$	最快速度。
125	7	25ms	2ms	$25 + n \times 2\text{ms}$	默认参数值。
125	9	82.9ms	20ms	$82.9 + n \times 20\text{ms}$	低速长距场景。
62.5	12	1327ms	300ms	$1327 + n \times 300\text{ms}$	最慢速度, 不建议作为常规配置。

12 MCU 接收与例程建议

接收端不建议只依赖 UART 空闲中断判断一包结束。更稳妥的方式是使用环形缓冲区接收字节, 并在最后一个字节到达后启动短超时; 连续 1-10ms 无新字节后, 再将当前缓冲区作为一段业务数据交给协议层解析。

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 TR6_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;

    // 收到新字节后重启接收超时定时器。
    // 约 10ms 无新字节时, 再认为当前这一段串口数据接收结束。
    // 该时间需根据波特率、数据长度、MCU 定时器精度和实际通信场景调整。
    TR6_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 TR6_OnRxTimeout(void)
{
    if (rx_len == 0) {
```



```
return;
}

// 注意: 超时分段不一定等于完整应用帧。
// TR6_ProcessFrame() 内部仍需检查帧头、长度、命令字、地址、校验和 / CRC。
// 对可靠性要求较高的应用, 建议增加序号、ACK / 重发和重复帧过滤机制。
TR6_ProcessFrame(rx_buffer, rx_len);

// 清空接收长度, 准备接收下一段数据。
// 若 UART 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;
}
```

12.2 应用层可靠帧建议

字段	建议长度	作用
帧头	2 字节	帮助接收端定位一帧开始位置。
地址 ID	2 字节或按项目定义	用于配对、分组或识别允许的发送端。
序号	1 字节或按项目定义	用于 ACK、重发和重复帧抑制。
长度	1 字节或按项目定义	明确数据区长度。
数据区	0-N 字节	业务数据。
CRC/校验	1-2 字节	控制类产品建议使用 CRC8/CRC16。

13 电源设计建议

- 模块发射瞬间电流可达数十 mA，电源需具备足够瞬态供电能力。
- VCC 走线应短、宽、近，避免与继电器、电机、蜂鸣器、背光等负载共用细长电源路径。
- 建议在模块 VCC/GND 附近放置 0.1uF 去耦电容，并按整机电源情况增加合适储能电容。
- 调试距离或丢包问题时，建议用示波器在模块 VCC/GND 管脚附近观察发射瞬间压降、尖峰和纹波。
- 主控 IO 电平应与模块供电匹配；若主控为 5V IO，应确认电平兼容性或增加电平转换。



14 EMC 与抗干扰建议

- 将模块和天线远离 DC-DC 电感、继电器、马达、压缩机、蜂鸣器、大电流线束和高压开关节点。
- 如果产品存在负载动作瞬间通信失败, 应分别测试空载、负载动作、外壳装配和实际安装状态。
- 对继电器、马达、线圈等感性负载, 应按整机 EMC 要求配置续流、吸收、隔离和地回流路径。
- 串口线、SET、CS 等数字线应避免长距离平行靠近噪声线; 必要时增加串联电阻或 RC 滤波并实测边缘质量。
- 距离和稳定性测试应记录电源、天线、频道、Net ID、外壳、负载动作、安装方向和成功率。

15 PCB 布线建议

- 模块放置时应优先保证天线接口和天线区域有净空, 避免被金属、电池、屏蔽罩和大面积铜皮包围。
- ANT 走线按 50ohm 射频路径处理, 尽量短、直, 减少过孔、急弯和分支。
- 模块下方和天线附近的铺铜、地开窗和结构件应结合天线形式评估, 不建议直接照搬未验证布局。
- VCC/GND 回路要短, 避免大电流负载回流穿过模块地。
- UART、SET、CS 线尽量靠近主控侧走短线, 避免穿过天线区域或高噪声区域。

16 天线与结构建议

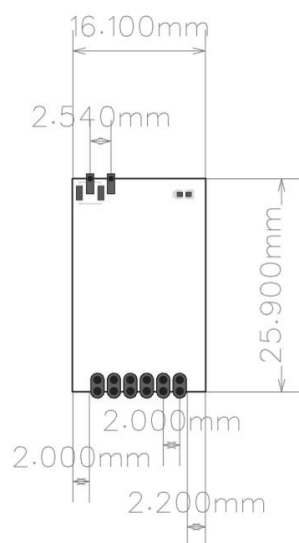
- 灵-TR6 使用外置天线接口, 应选择与目标频段匹配的 50ohm 天线。
- 不接天线或天线不匹配会严重影响通信距离和稳定性。
- 天线安装位置、方向、外壳材料、附近金属、电池和线束都会影响实际通信效果。
- 433MHz 版本常用 TF45、TT02 等 433MHz 天线, 以整机实测效果为准。
- 对金属外壳、控制柜、地下室、室外远距离等场景, 优先考虑外置天线并验证安装位置。

17 指示灯说明

状态	指示灯表现
设置模式	指示灯常亮。
通信/休眠状态	以实际模块版本和测试状态为准。



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

如用于认证产品、远距离产品或强干扰现场，建议在整机结构、目标天线、实际供电和安装环境下完成通信距离、丢包率和 EMC 相关验证。



附录 A 快速上手

1、数据收发测试

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。借助下方串口 DEMO, 快速进入数据收发测试。



串口 DEMO (测试板)



2、距离/丢包率测试



无线串口助手

3、参数设置:

(非必需操作, 默认参数即可通信)





- 1、推荐用上图串口 DEMO 进行设置，如果设置参数失败，请检查设置开关是否开启(SET 脚为低电平，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 。
- 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

天线非常重要，不接天线或天线不当会严重影响效果甚至损坏模块，模块通常用柔性天线:TF45-IP1

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。

