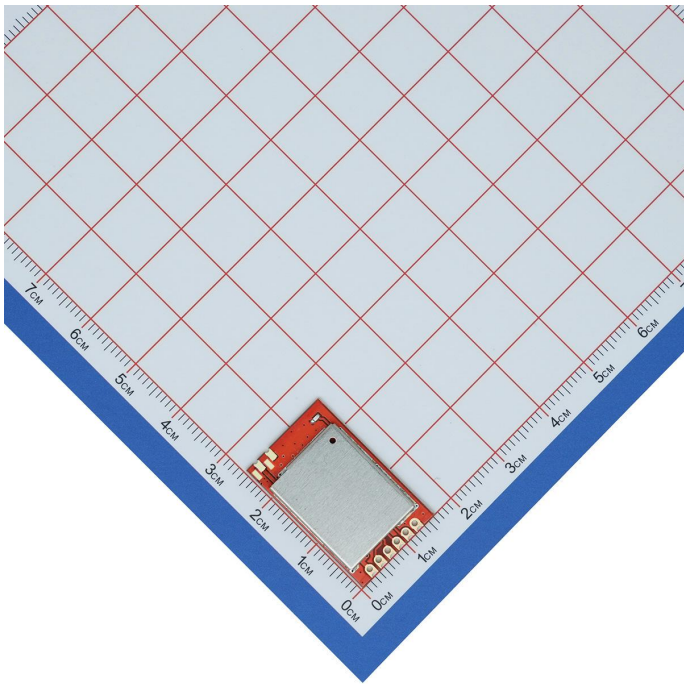




灵-TR2H 无线串口模块规格书

Ling-TR2H Wireless UART Module Specification



项目	内容
产品型号	灵-TR2H / Ling-TR2H
文档版本	V1.2
发布日期	2026-07-03
品牌	FNRF / 蜂鸟无线



目录

灵-TR2H 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	8
8 参数设置	9
9 参数查表	10
10 数据通信行为	13
11 时间参数	13
12 MCU 接收与例程建议	13
13 电源设计建议	15
14 EMC 与抗干扰建议	15
15 PCB 布线建议	16
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
19 指示灯说明	17
20 尺寸	18
21 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-TR2H 是一款 433MHz FSK 无线收发模块, 通过 UART TTL 串口与 MCU 或串口设备连接。模块采用半双工通信方式, 射频收发切换和协议转换由模块自动完成, 用户可通过串口设置功率、波特率、RF 信道和网络 ID 等参数。

模块适合无线遥控、数据采集、智能家居、工业控制、机器人和智能家电等应用。开阔无干扰环境下, 视距通信距离约 600m; 实际距离与天线、供电、安装环境、外壳结构、RF 信道、串口速率和现场干扰有关, 整机应用时需按实际安装条件验证。

2 产品特点

- 433MHz ISM 频段, FSK 调频方式, 半双工通信。
- 支持 40 个 RF 信道配置, 默认第 20 信道, 对应 433.92MHz。
- 供电范围 1.8-3.6V, 典型 3.3V。
- 最大输出功率 20dBm, 发射功率参数 0-30 可配置。
- 接收灵敏度典型 -119dBm@0.6kbps。
- 发射电流典型 71.5mA@20dBm; 接收电流典型 13.8mA。
- 睡眠电流典型 5uA。
- 标准 UART TTL 串口, 支持 600-115200bps, 默认 9600bps。
- 自动分包发送, 每个无线包最多传输 49 字节, 串口缓存 100 字节。
- 小体积 SMD 封装, 适合嵌入式设备集成。

3 典型应用

应用类别	说明
无线遥控	控制类产品、开关量控制、状态回传。
数据采集	传感器、仪表和采集终端的低速数据无线传输。
智能家居	门窗、灯控、小家电、环境传感器等设备互联。
工业控制	现场设备、控制柜、执行机构的无线控制或监测。
机器人	对实时性要求适中、通信距离要求较高的控制和状态链路。



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	1.8	3.3	3.6	V	VCC 与 GND 之间。
工作频段	423.92	433.92	443.92	MHz	0-40 信道, 每信道间隔 500kHz, 默认第 20 信道。
RF 信道数量	0	20	40	ch	默认 20, 对应 433.92MHz。
调制方式	-	FSK	-	-	433MHz 无线链路。
通信方式	-	半双工	-	-	收发切换由模块自动完成。
参考距离	-	600	-	m	开阔无干扰视距参考值, 实际距离需整机验证。
接收灵敏度	-	-119	-	dBm	0.6kbps 条件。
发射功率	-10	20	20	dBm	参数 0-30 对应 -10 至 +20dBm。
发射电流	-	71.5	-	mA	20dBm 发射条件。
接收电流	-	13.8	-	mA	典型值。
睡眠电流	-	5	-	uA	CS 高电平或悬空休眠。
串口波特率	600	9600	115200	bps	参数 0-7 可配置。
单个无线包数据量	-	-	49	Byte	自动分包模式。
串口缓存	-	100	-	Byte	一次丢给模块的数据不建议超过该值。
天线接口	-	50	-	ohm	推荐 TT02 弹簧天线。
封装形式	-	SMD	-	-	以尺寸图和封装资料为准。



5 引脚定义



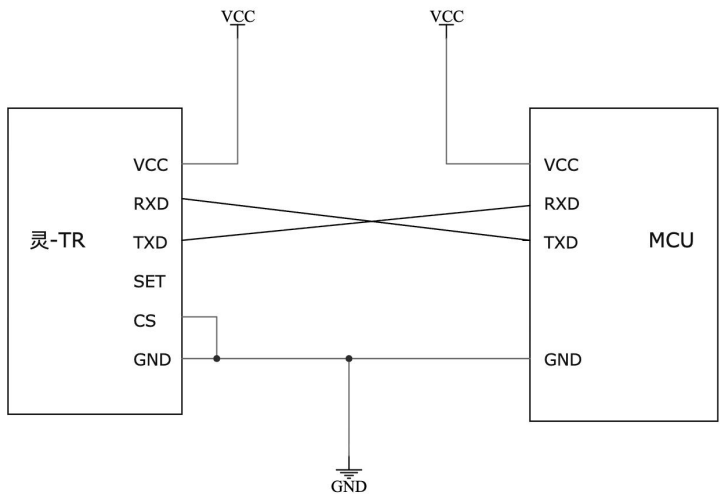
背面视图

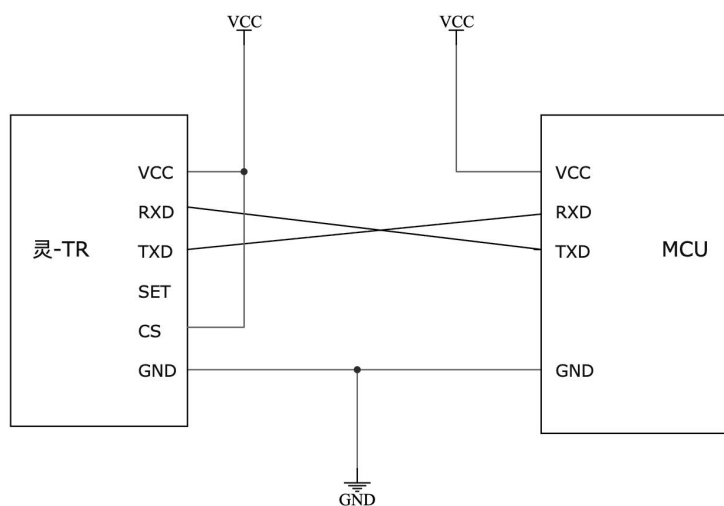
引脚名称	类型	功能	说明
VCC	电源	电源正	1.8~3.6V，典型 3.3V。
RXD	输入	模块数据输入	连接 MCU TXD；UART TTL 电平。
TXD	输出	模块数据输出	连接 MCU RXD；UART TTL 电平。
SET	输入	参数配置使能	低电平进入设置模式；悬空或高电平为透传模式。
CS	输入	工作/休眠控制	低电平工作；高电平或悬空休眠。
GND	电源	电源负	与 MCU 或外部串口设备共地。
G	电源	电源地	接地。
A	RF	天线接口	50ohm 天线接口，推荐 TT02 弹簧天线。



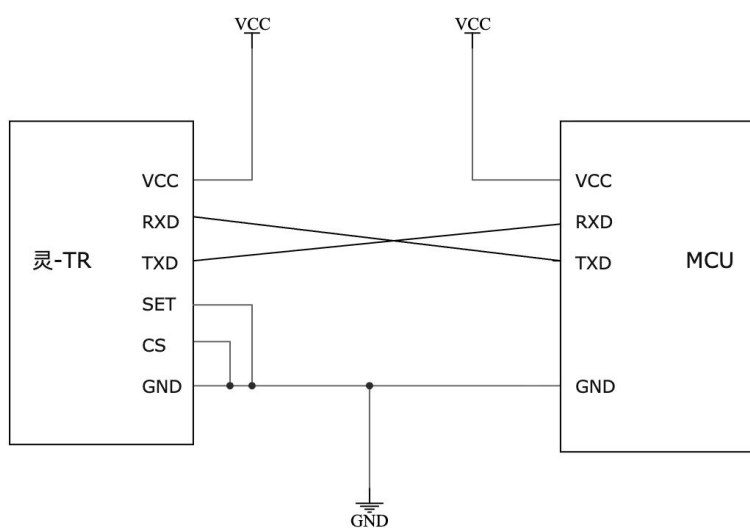
6 工作模式

模式	CS 引脚	SET 引脚	串口状态	模块状态
透传通信模式	低电平	高电平或悬空	按已配置通信波特率工作	可进行 UART 无线透传。
参数设置模式	低电平	低电平	固定 9600bps, 8N1	可读写模块参数; 指示灯常亮。
休眠模式	高电平或悬空	任意	不可通信	典型睡眠电流 5uA; 唤醒后需等待恢复时间。





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	电源范围 1.8-3.6V，不建议直接接 5V。
GND/G	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 或上拉	透传模式高电平/悬空；设置参数时拉低。
A	433MHz 天线	连接 50ohm 匹配天线，保持天线净空。



8 参数设置

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。参数设置完成后, SET 悬空或拉高回到透传模式, 参数生效并保存, 掉电不丢失。

参数设置命令为 18 字节 HEX 帧。校验和为前 17 字节累加和取低 8 位; 除 0x5A 设置参数指令外, 其他指令只要前两个字节有意义, 其余字段可为任意值, 但数据长度和校验和必须正确。

8.1 参数设置帧结构

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	0x56 重启, 0x57 恢复出厂, 0x58 恢复回应, 0x59 查询版本, 0x5A 设置参数, 0x5B 回应设置, 0x5C 查询参数, 0x5D 回应查询。
3-4	NC	保留	保留未用, 参与校验。
5-6	Net ID	可读写	组网 ID, 默认 FFFF; Net ID 相同的模块才可互相收发数据。
7	NC	保留	占位, 参与校验。
8	RF Power	可读写	发射功率设置, 0-30 对应 -10 至 +20dBm, 默认 30 即 20dBm。
9	NC	保留	占位, 参与校验。
10	Baud	可读写	0-7 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	NC	保留	占位, 参与校验。
14-15	NC	保留	占位, 参与校验。
16	Length	固定	固定 0x12, 即 18 字节。
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 33 44 55 66 00 1E 00 04 00 14 00 00 00 12 00 7E	Net ID 为 0x5566, 功率 0x1E 即 20dBm, 波特率 0x04 即 9600bps, 信道 0x14 即 433.92MHz。
下发回应	AA 5B 33 44 55 66 00 1E 00 04 00 14 00 00 00 12 00 7F	模块收到正确设置指令后, 回应 0x5B。
模块重启	AA 56 33 44 55 66 00 1E 00 04 00 14 00 00 00 12 00 7A	模块收到后重启。
恢复出厂	AA 57 33 44 55 66 00 1E 00 04 00 14 00 00 00 12 00 7B	模块收到后恢复出厂参数, 并返回 0x58 相关回应。
查询版本	AA 59 33 44 55 66 00 1E 00 04 00 14 00 00 00 12 00 7D	模块返回版本字符串, 例如 灵 TR2H VER1.0 Sep 11 2020。
查询参数	AA 5C 33 44 55 66 00 1E 00 04 00 14 00 00 00 12 00 80	模块回应 0x5D 查询回应, 格式与 0x5A 设置回应一致。

9 参数查表

9.1 发射功率表

参数值	十六进制	发射功率
0	0x00	-10dBm
1	0x01	-9dBm
2	0x02	-8dBm
3	0x03	-7dBm
4	0x04	-6dBm
5	0x05	-5dBm



参数值	十六进制	发射功率
6	0x06	-4dBm
7	0x07	-3dBm
8	0x08	-2dBm
9	0x09	-1dBm
10	0x0A	0dBm
11	0x0B	1dBm
12	0x0C	2dBm
13	0x0D	3dBm
14	0x0E	4dBm
15	0x0F	5dBm
16	0x10	6dBm
17	0x11	7dBm
18	0x12	8dBm
19	0x13	9dBm
20	0x14	10dBm
21	0x15	11dBm
22	0x16	12dBm
23	0x17	13dBm
24	0x18	14dBm
25	0x19	15dBm
26	0x1A	16dBm
27	0x1B	17dBm
28	0x1C	18dBm
29	0x1D	19dBm
30	0x1E	20dBm, 默认值



9.2 串口速率表

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

9.3 RF 信道表(部分)

十进制信道	十六进制	频点	备注
0	0x00	423.92MHz	低频端。
5	0x05	426.42MHz	代表低频段。
10	0x0A	428.92MHz	代表低频段。
15	0x0F	431.42MHz	接近默认信道下方。
20	0x14	433.92MHz	默认值。
25	0x19	436.42MHz	接近默认信道上方。
30	0x1E	438.92MHz	代表高频段。
35	0x23	441.42MHz	代表高频段。
39	0x27	443.42MHz	接近高频端。
40	0x28	443.92MHz	高频端。



10 数据通信行为

灵-TR2H 支持 UART 透明传输, 但透明传输不等于应用层可靠协议。模块会自动分包发送: 每个无线包最多传输 49 字节; 当串口收到大于或等于 49 字节时, 模块立即启动无线传输; 或者在串口接收超时后, 将缓存数据打包为一个无线包发送。

模块串口缓存为 100 字节, 一次连续发送给模块的数据不建议超过该值。若业务数据较长, 建议由主控按帧分段发送, 并结合 ACK、重发和超时机制控制发送节奏。

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。

11 时间参数

项目	典型值	说明
上电初始化时间	0.6s	上电后等待初始化完成再通信。
休眠唤醒到可收发	64ms	从休眠唤醒后 64ms 内可接收和发送数据。
CS 高电平进入休眠	4.3ms	CS 变高电平即从正常模式进入休眠。
SET 低电平进入设置	4.3ms	正常模式下 SET 拉低进入设置模式。
SET 高电平退出设置	64ms	设置参数后 SET 拉高进入透传模式, 参数生效。
9600bps 接收超时参考	6ms	模块内部用于串口超时成包的参考值。

12 MCU 接收与例程建议

接收端建议使用串口接收缓冲区加超时判包。TR2H 的模块内部会自动分包, 但应用层仍建议增加帧头、地址、长度、序号和 CRC, 避免粘包、拆包或重复控制造成误动作。

12.1 接收超时例程框架

```
// 灵-TR2H UART 接收示例:  
  
// RXD/TXD 为模块侧命名, MCU 连接时需要 TXD/RXD 交叉, 且 GND 共地。  
  
// 本例只演示“串口超时成帧”的应用层框架, 真实产品还应加入 CRC、ACK 和重发。
```



```
#define TR2H_RX_TIMEOUT_MS 8    // 9600bps 可先用 6-10ms 验证, 最终按业务帧和实测调整
#define TR2H_RX_BUF_SIZE 128  // TR2H 串口缓存约 100 字节, 应用层缓冲建议略大于最大业务帧

static uint8_t tr2h_rx_buf[TR2H_RX_BUF_SIZE];
static volatile uint16_t tr2h_rx_len = 0;

// 串口接收中断: 每收到 1 个字节进入一次。
void TR2H_OnUartByte(uint8_t byte)
{
    // 防止缓冲区越界; 若发生溢出, 应丢弃当前帧并记录错误, 避免解析半帧数据。
    if (tr2h_rx_len < TR2H_RX_BUF_SIZE) {
        tr2h_rx_buf[tr2h_rx_len++] = byte;
    } else {
        tr2h_rx_len = 0;        // 简化处理: 溢出后清空, 等待下一帧
        return;
    }

    // 每收到新字节都重启超时定时器;
    // 连续一段时间无新字节后, 再把缓存交给协议层解析。
    TR2H_RestartRxTimeoutTimer(TR2H_RX_TIMEOUT_MS);
}

// 接收超时回调: 由定时器触发, 表示当前串口数据段已暂时结束。
void TR2H_OnRxTimeout(void)
{
    if (tr2h_rx_len == 0) {
        return;                // 没有数据, 不做处理
    }

    // 协议层应检查帧头、长度、设备 ID、序号和 CRC;
    // 校验通过后再执行控制动作, 避免无线干扰或半帧数据造成误动作。
    TR2H_ParseFrame(tr2h_rx_buf, tr2h_rx_len);

    // 当前数据段处理完成, 清空长度准备接收下一段。
    tr2h_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	用于分组、配对或设备识别。
序号	1 字节	用于 ACK、重发和重复帧抑制。
长度	1 字节	明确数据区长度。
数据区	0-N 字节	业务数据, 建议单帧长度结合 49 字节无线包限制设计。
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

- 模块发射电流典型 71.5mA@20dBm, 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, 并结合整机电源增加合适储能电容。
- 若系统使用电池供电, 应验证低电压、发射瞬间压降、休眠唤醒和远距离通信成功率。
- 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。
- 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。
- UART、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 滤波并实测边沿质量。
- 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。
- 距离和稳定性测试应记录电源、天线、频道、Net ID、波特率、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。
- A 天线接口走线按 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-TR2H 使用外置天线接口，应选择与 433MHz 频段匹配的 50ohm 天线。
- 推荐使用 TT02 弹簧天线；最终天线形式和安装位置应按整机实测结果确认。
- 不接天线或天线不匹配会严重影响通信距离和稳定性，不应用于距离评估。
- 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。
- 对金属外壳、控制柜、地下室、室外远距离等场景，优先考虑外置天线位置和结构开孔验证。

17 回流焊与生产建议

- 回流焊曲线应按整机 PCB、焊膏和工艺条件设置；模块本体不应承受超出元器件规格的温度冲击。
- 首件确认应检查模块方向、VCC/GND/RXD/TXD/SET/CS/A 焊接状态和天线焊接质量。
- 生产测试应包含默认通信测试、参数一致性检查、休眠/唤醒测试和固定距离通信成功率测试。
- 需要修改参数的量产流程，应固定设置命令、版本查询、参数回读和测试记录，避免人工误设频道、Net ID 或功率。



18 调试流程建议

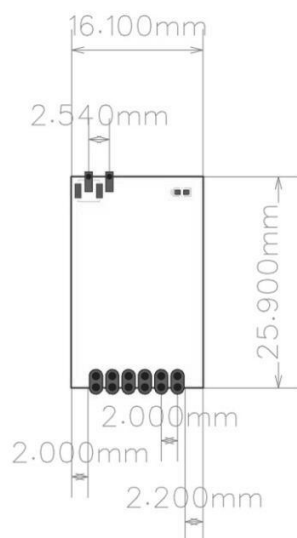
步骤	检查项	说明
1	供电	确认 VCC 在 1.8~3.6V 内, 发射瞬间无明显跌落。
2	接线	TXD/RXD 交叉连接, GND 共地, CS 低电平, SET 高电平或悬空。
3	上电等待	上电后等待约 0.6s, 再开始通信或参数操作。
4	默认通信	9600bps, 8N1 发送短 ASCII 数据验证透传。
5	参数一致	两端 Net ID、RF 信道、发射功率和串口波特率配置一致。
6	设置模式	CS 与 SET 均拉低后, 用 9600bps, 8N1 发送 18 字节命令。
7	距离测试	先做空旷短距基线, 再逐步加入外壳、负载和真实安装环境。

19 指示灯说明

状态	指示灯表现
设置模式	指示灯常亮。
收到正确设置指令	LED 闪烁一次。
透传状态	发送或接收数据时闪烁。



20 尺寸



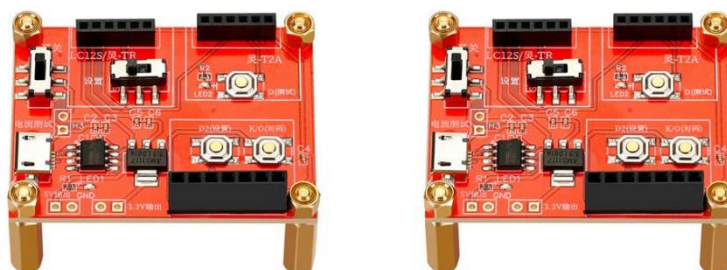
21 订购与技术支持

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

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(可参见第六章节), 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,)

蜂鸟无线灵TR/灵TR3/TR2H配置工具 (V2.01)

连接串口

刷新串口号 COM12 波特率 9600 断开

模块型号 灵TR/TR2H 查询版本

网络ID FFFF 恢复默认

发射功率 -10dBm 设置参数

中心频率 433.92 MHz 读取参数

通讯速率 9600

串口接收 连续转发 (硬件版本1.05以上有效)

发送监视(hex)

接收监视(hex)



附录 B 天线、封装、服务、购买

天线非常重要, 推荐TT02弹簧天线, 不接天线或天线不当会严重影响效果, 甚至损坏模块, 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

符号/封装, 推荐使用高效的国产 PCB 设计工具: 立创 EDA (www.lceda.cn) 直接搜索“蜂鸟无线”或“产品型号”即可找到

