

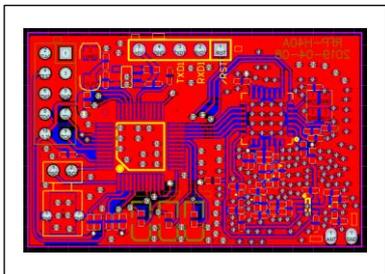
## 透传 RF 模块的接口协议

**关键词：**RF 模块，通信协议，通信标识码 ID，透明传输，跳距，速率。

**摘要：**本文详细地介绍了 LAAG23A 型无线通信模组（以下简称 RF 模组）的接口通信协议，对应用该产品的客户而言可以视为准确的技术文件作为设计参考。对致力于透明传输通信的同行而言，在提高传输的稳定性上有一定的参考作用。在当下物联网的发展阶段，RF 模组主要用于解决最后一公里的**双向**数据传输问题，也因其“透传+中继”优点而很好地适应了“用户协议多样性”与有效传输距离之间的矛盾。可以说这又是 SUB1G 的一种实际应用技术。

**撰稿人：**王景公、樊伟涛、张卫东

### 1 RF 模组简介



我们推荐的应用是，用户购买我们的通信模块，焊接在他们的设备内，设备的 MCU（以下称应用层）通过异步串行口（UART）与 RF 模组通信，转而 RF 模组之间通信，从而实现用户设备之间的通信。特别是，当用户应用了内置 RF 模组的 DTU，则用户设备就可以借助 RF 信道和公网，实现与远端主站的双向通信（数据传输）。

**与当前流行的物联网（lorawan, NB-IOT）相比，它有畅通无限制的下行信道（主站→节点），为实时控制提供了基础。支持 14 级中继，无须基站支持，透明传输无须配置。**

常见应用场景如下图 1.2 所示。在空旷（open air）环境下，点与点之间的最大跳距不小于 1 千米。相反，即使现场应用环境建筑较多而有效通信距离为 100 米，则有效的通信覆盖半径也为 1500 米（100x(14+1)），即 1.5 公里。该 RF 模组的通信符号速率为 10-100kbps，客户可在订单中选择。

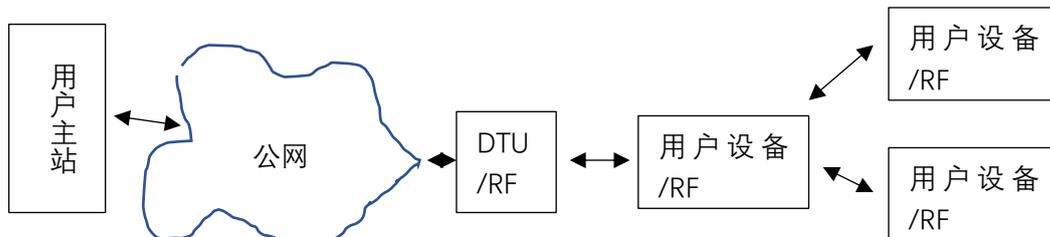


图 1.2 常见应用的架构

### 2 物理层接口

如图 2.1 所示，本节说明在用户设备内 RF 模组如何与用户 MCU（应用层）在物理层面连接，这是应用 RF 模组的前提。

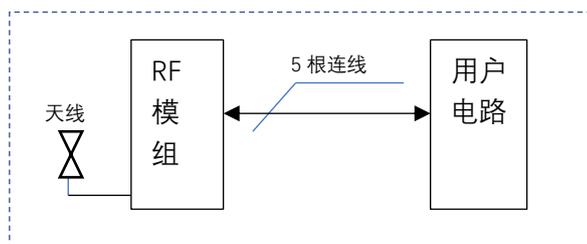


图 2.1 在用户设备内部的连接

#### 2.1 引脚与电平

如图 2.2 所示，在 RF 模组板上有 5 个引脚孔，用于连接用户设备的电路（MCU）。引脚

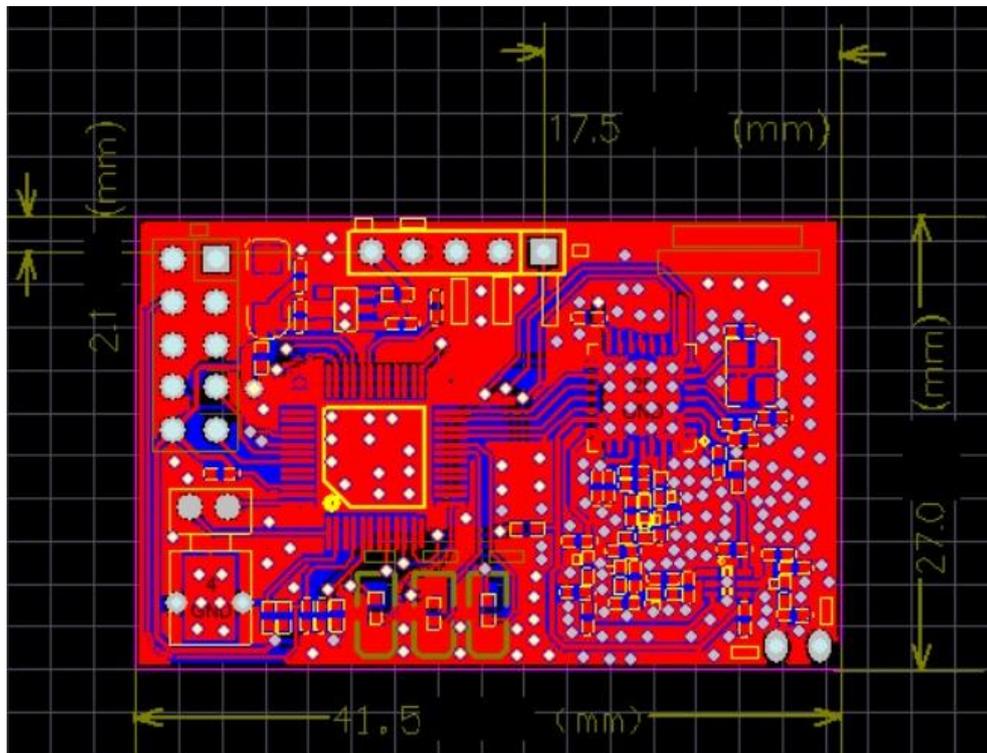


图 2.2 RF 模组尺寸及引脚孔位置

孔的中心距为 2.54mm(100mil)，方形焊盘为第 1 引脚。各引脚的标号及定义如表 2.1 所示。

表 2.1 RF 模组引脚定义

引脚	丝印	说明
1	/RST	用户电路输出、RF 模组输入，用于复位 RF 模组的信号，低电平复位。建议用户电路开漏输出，在 RF 模组上该引脚有电阻上拉，高电平 3.3V。
2	RXD	异步串行口通信线，用户电路发送、RF 模组接收，高电平 3.3V，低电平 0V。
3	TXD	异步串行口通信线，用户电路接收、RF 模组发送，高电平 3.3V，低电平 0V。
4	GND	信号/电源地。
5	5V	直流供电引脚，用户电路输出、RF 模组输入。最大工作电流 200mA。高频噪声越小则 RF 通信效果越好。

## 2.2 字节传输格式

如图 2.2 所示，

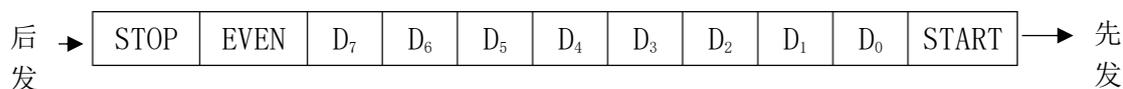


图 2.2 每字节低 bit 先发

每字节低 bit 位 (D<sub>0</sub>) 先发送，1 位起始位，8 位数据位，1 位偶校验位，1 位停止位。每字

节通信共传递 11 位。

通信的波特率是 9600bit/s。

### 3 应用层协议

#### 3.1 “询问 ID” 帧的结构

表 3.1 询问/应答 ID 帧结构

询问 ID/ 回复	同步字符 SYN	长度 LEN	本节点 ID	通信 类型 CTYP	校验码 ADD
域号	1	2	3	4	6
字节数	2	1	6	1	1
位数	16	8	48	8	8
字节序号	0	2	3	9	10
格式	{0xeb90}	{8}	HEX(B=6)	{4}	ADD

如表 3.1 所示。每个通信的用户设备都应该有通信标识符（简称 ID，也称通信地址），通常是几位数值。我们默认是 6 字节 12 位 HEX 格式数值，兼容 12 位压缩 BCD 或者 6 位 ASCII 码。如果用户协议中 ID 的位数少于 12 位，则可以高位补 0；若用户 ID 位数大于 12 位，则可以取其尾部 12 位。用户 ID 中，有 3 个特例值：ID=0x999999999999，或者 ID=0xAAAAAAAAAAAA，表示“所有节点”，常用于广播；ID=0x000000000000 表示主站、集中器、DTU 等主端 ID，是通配符。建议用户在设置 RF 节点设备的 ID 时不要使用这 3 个数值。

本帧用于 RF 模组向用户设备询问用户通信协议的 ID，用户收到询问帧以后用相同的帧格式回复 RF 模组，只是“本节点 ID”（域号 3）填入本设备的用户通信协议 ID 值。RF 模组只有收到了本节点 ID 才会进入正常通信状态。全帧共分 5 个域 {1, 2, 3, 4, 6}，各域格式或者内容如下。在整帧通信中，低编号域先发/先收。

##### 3.1.1 域 1 “同步字符”

该域固定取值“0xeb90”，主要用于通信中帧同步。高字节（即 0xeb）先发送。

##### 3.1.2 域 2 “长度”

该域代表后续报文长度，包括此地址后的所有报文字节数（含校验码），但不包括本字节。在本帧结构中，固定为数值 8。

##### 3.1.3 域 3 “本节点 ID”

在 RF 模组发送的询问报文中，此域的值固定为 ID=0xAAAAAAAAAAAA，表示泛指。在用户设备回复报文中，要填写 6 字节（12 位）用户协议中本节点的 ID，本小节开始有详细说明。高位先发送/先接收，末位最后发送。

##### 3.1.4 域 4 “通信类型”

在本帧类型下，“通信类型”域值固定为 0x04。

##### 3.1.5 域 6 “校验码”

用于检查通信中的错误，其阈值等于包括自长度起（域 2）至本字节前（域 4/5）所有字节的累加和再模 256。接收方根据这一代数规律核验异步串口传输帧是否正确。

#### 3.2 正常通信帧

正常通信帧是指内置 RF 模组的用户设备与外界通信，可能是与 DTU、集中器或者是主站（简称上下通信），也可以是在 1 跳距内的两个相关设备交换数据（又称节点之间通信）。在上下通信中，支持 14 级中继的透明传输。帧格式如表 3.2 所示。全帧共分 6 个域，各域

的说明如下。

表 3.2 正常通信帧的格式

正常通信	同步字符 SYN	长度 LEN	目标节点 GID	通信类型 CTYP	应用报文 APP	校验码 ADD
域号	1	2	3	4	5	6
字节数	2	1	6	1	203	1
位数	16	8	48	8	1624	8
字节序号	0	2	3	9	10	213
格式	{0xeb90}	HEX[9,211]	HEX(B=6)	{0,1,2,3}	用户协议	ADD

### 3.2.1 域 1 “同步字符”

参见小节 3.1.1。

### 3.2.2 域 2 “长度”

在本帧报文中，长度是根据域 5 “应用报文” 的长度变化而计算的，它等于从域 3 到域 6 所有报文字节数的总和。

### 3.2.3 域 3 “目标节点”

当用户设备对外发送报文（通过 RF 模块），所谓“目标节点”是用户设备（与 RF 模块相连接的）须描述的内容：本帧的应用报文要发给谁？对方的通信 ID 是什么？这就是本域的内容。ID 的格式可以参考第 3.1 节的前两段。高位字节先发送。

当用户设备发送报文给主站、DTU 或者集中器，此域的值应该填 6 字节 0x00。当用户设备发送报文给 1 跳距内相关设备（其它节点）而又不知道对方的 ID 时，可以在此域填写 ID=ID=0x999999999999 或者 ID=0xAAAAAAAAAAAA，亦即用广播的方式发送报文到 1 跳距内的每个节点，靠响应报文的应用层协议获得对象 ID。注意：RF 模块只在节点与主站（DTU 或集中器）之间通信时支持 14 级中继（依靠其它节点）。节点与节点之间通信只在 1 跳距以内，不支持中继。

当外部报文通过 RF 模块传递给用户设备，此域的值只可能是本节点 ID，或者 ID=0x999999999999，或者 ID=0xAAAAAAAAAAAA，不会有其它的值。

### 3.2.4 域 4 “通信类型”

当节点（用户设备）向主站（DTU 或者集中器）发送报文，此域值固定为 0x03。当节点之间通信时，域值 0x00 代表主叫（发起通信互动）且对象会应答，域值 0x01 代表主叫且无须对象应答，域值 0x02 代表主叫但不确定对象是否应答，域值 0x03 代表应答帧。

当主站（DTU、集中器）向节点发送报文，域值 0x10 代表主叫（发起通信互动）且对象会应答，域值 0x11 代表主叫且无须对象应答，域值 0x12 代表主叫但不确定对象是否应答，域值 0x13 代表应答帧。

此域主要用于辅助 RF 模块控制通信过程的收敛，即使用户填值偶有差错，也只是影响通信效率。

### 3.2.5 域 5 “应用报文”

指用户设备与主站之间的应用层通信报文，或者用户设备之间的应用层通信报文。我们之所以说 LAAG23A 型 RF 模块提供透明传输，就是指它不关心用户“应用报文”的内容，亦即 RF 模块不关心应用层的通信协议。对每帧应用报文，可以是 1 到 203 个字节（203 为最大字节数），格式、内容与 RF 模块无关。只要用户按照本接口协议把他要传输的报文嵌入到域 5 再发送给 RF 模块，RF 模块负责路由转发，直至送达到目标设备的端口。

与“按字节透明传输”相比，本接口协议的透明传输方法可以更快捷、稳定地支持 14 级中继，前者大多不支持中继。

### 3.2.6 域 6 “校验码”

请参见小节 3.1.5。

2021-06-28#