



软件操作手册

LoRa 自组网 萤火系列

对应型号：

节点：L-LRNWB25-75TN4

集中器：L-LRNDM34-77TN4

对应固件版本号：V2.0.2

目录

1 网络简介	6
1.1 网络拓扑	6
2 使用说明	7
2.1 Band	7
2.2 NetId	8
2.3 通讯速率	8
2.4 波特率	9
2.5 发射功率	9
2.6 最大通讯字节数	10
2.7 功耗模式	10
2.8 白名单及入退网管理	11
2.9 数据下发/采集	11
2.10 数据主动上报	13
2.11 掉电信息存储	13
2.12 默认参数	13
2.13 工作时序	14
2.13.1 上电时序	14
2.13.2 指令时序-超时时间	14
2.13.3 数据下行	15
2.13.4 主动上报	16
3 常见问题	17
3.1 为什么节点无法入网?	17
3.2 给节点模组发送串口指令无响应	17
3.3 集抄功能的耗时较长	17
3.4 白名单功能没有效果	17
4 联系我们	18

LoRa 自组网 萤火系列

低功耗，高并发，快响应



萤火 LoRa 自组网是利尔达针对低功耗、高并发、快速响应的物联网应用场景设计的无线自组网系统。系统采用稳定的星型拓扑，单集中器下支持 2000 个节点接入，单级通讯距离 2KM。系统物理层采用 LoRa 调制，工作在 470-510MHz 非授权频段。

集中器模块内嵌 SEMTECH 高性能网关基带芯片 SX1302，支持 8 个信道的并行数据解调。节点模块采用低功耗 LoRa 射频收发器 SX1268，采用 CAD 机制实现终端侧的低功耗。萤火 LoRa 自组网系统借由灵活的组网协议设计及强大的硬件能力，为低功耗物联网场景提供了超远距离、高速并发、稳定无碰撞的通讯解决方案。

产品特点

·星型拓扑

- 网络架构稳定可靠
- 全网功耗开销平等

·传输距离远

- 单级通讯距离 2km (城市环境, @SF9,BW125)
- 单集中器覆盖半径大, 最小化节点部署环境的限制

·吞吐量

- 硬件支持多信道并行数据传输
- 防碰撞通讯专利技术, 极大提升网络吞吐量

·强抗干扰能力

- 40M 超宽频段内可自定义传输子频段
- 跳频通讯机制, 规避定频干扰

·低功耗

- 节点休眠电流低至 1.6uA
- CAD 平均电流 <25uA

·易部署

- 支持一键入网, 1s 内完成单点入网
- 即插即用, 无需现场配置参数

·网络管理

- 支持白名单管理, 应用 ID 管理, 入/退网管理
- 全网节点信号质量监控, 自定义电量监控

·故障恢复

- 支持信息掉电存储, 断电重启不影响现有网络运作

适用场景

- 智能家居
- 安防监控
- 智慧农业
- 无线遥控
- 物流仓储
- 工业控制
- 各类低功耗传感器

前言 利尔达科技集团股份有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范,参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失,本公司不承担任何责任。在未声明前,利尔达公司有权对该文档进行更新。

版权申明 本文档版权属于利尔达公司,任何人未经我公司允许复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 © 利尔达科技集团,保留一切权利。

Copyright © Lierda Science & Technology Group Co.,Ltd

文件修订历史

版本	日期	变更描述
Release	2022-04-15	初始发布版本
Release	2022-11-07	增加通讯速率/波特率/最大通讯字节数/上电时序/功率配置/功耗模式/默认参数等相关说明,补充指令最大响应时间

1 网络简介

1.1 网络拓扑

在萤火 LoRa 组网采用星型网络拓扑，由一个集中器和最多 2000 个节点组成一个独立的集中式低功耗网络。节点加入网络成功后就和集中器建立了双向的通讯连接。后续无线通讯用户无需关注网络层协议，可以通过简单的串口协议完成数据传输及网络管理的功能。

集中器为网络的管理核心，具备对网内所有设备的管理和控制权限，支持设备入/退网，白名单，集抄，点抄，链路监测等功能。其硬件形态为贴片式模组，便于集成至用户网络设备中，并通过有线或无线的方式灵活地连接到远端管理中心。节点端支持一键快速组网，组网完成后节点可以随时进行主动上报/被动接收/响应集抄指令。

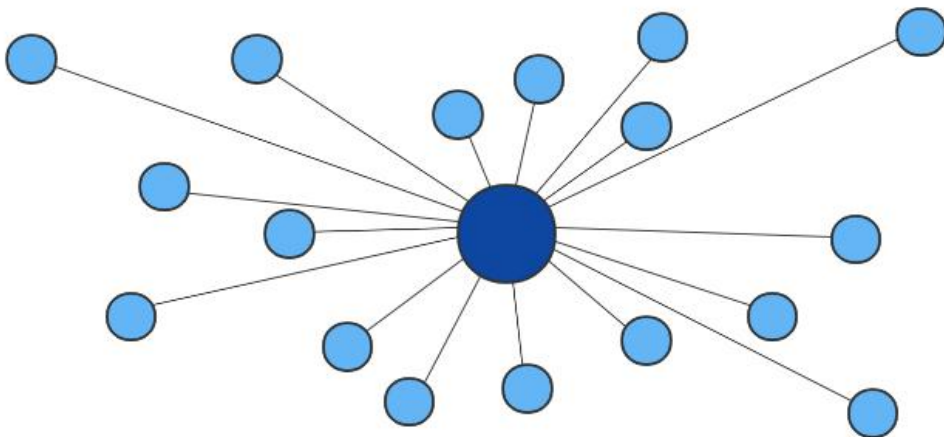


图 1-1 萤火网络拓扑示意图

单个萤火网络内同时使用 8 个信道，占用 4MHz 带宽。当系统有扩容需求时，可以部署多台集中器组成多个萤火子网。每个子网的通信信道可通过配置 Band 来进行区分。可用频谱总带宽为 40MHz (470MHz-510MHz)，10 个 Band 可用。实际部署萤火网络时，可按照蜂窝网络的频率复用机制为相邻的子网分配不同的 Band，即可避免子网间信道干扰的发生。

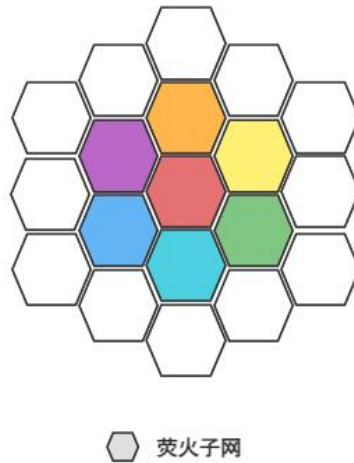


图 1-2 萤火网络频率复用示意图

2 使用说明

2.1 Band

Band 决定集中器和节点的实际通信信道，节点与集中器需要配置在相同 Band 下才可以成功组网，不同 Band 的设备之间存在物理信道隔离，可以避免系统内的干扰。Band 有效值 0-9，对应通信信道如下表所示，可参照协议手册进行配置。

Band	通信信道
0x00	470MHz-474MHz
0x01	474MHz-478MHz
0x02	478MHz-482MHz
0x03	482MHz-486MHz
0x04	486MHz-490MHz
0x05	490MHz-494MHz
0x06	494MHz-498MHz
0x07	498MHz-502MHz
0x08	502MHz-506MHz
0x09	506MHz-510MHz

表 2-1 萤火网络信道对照表

2.2 NetId

NetId 是网络的应用层 ID，不同 ID 的网络设备之间无法建立通讯，通过该参数的配置可实现不同系统应用间的网络隔离，避免系统外的干扰。

2.3 通讯速率

通讯速率是网络内射频数据传输的速率，通讯速率越快，最大通讯距离越短，用户可以根据实际通讯距离的需求来配置合适的通讯速率。不同通讯速率的网络设备之间无法建立通讯，通讯速率的配置值与实际通讯速率的关系如下表所示，当前版本只支持 SF7/9 两种通讯速率。

通讯速率配置值	实际数据速率
0x01	/
0x02	/
0x03	4.56 kbps (SF7,BW125)
0x04	/
0x05	1.46 kbps (SF9,BW125)
0x06	/
0x07	/
0x08	/

表 2-2 通信速率对照表

2.4 波特率

模块对外串口波特率可调，默认为 115200,N81，支持波特率配置值为 2400/4800/9600/14400/19200/38400/57600/76800/115200/230400/256000，通讯波特率的配置值与实际波特率的关系如下表所示。

配置值	实际波特率
0x01	2400
0x02	4800
0x03	9600
0x04	14400
0x05	19200
0x06	38400
0x07	57600
0x08	76800
0x09	115200
0x0A	230400
0x0B	256000

表 2-3 波特率对照表

2.5 发射功率

集中器与节点的发射功率均可由用户配置，配置范围（0-22dBm），默认为最大功率发射。发射功率越大，传输距离越远，但是发射电流也会越大。建议用户根据实际通讯距离需求，并结合当地无线法规要求，选取合适的发射功率。

2.6 最大通讯字节数

最大通讯字节数是数据采集时需要传输的用户数据的最大值，该值越小则集抄过程可以越快完成。为了提升网络通信效率，在满足字长需求的情况下，该参数建议选择较小的值。通讯字节数的配置值与实际最大字节数的关系如下表所示，当前版本支持 25/50/100/200Byte 四种。

最大通讯字节数配置值	实际最大用户数据
0x01	25 Byte
0x02	50 Byte
0x03	100 Byte
0x04	200 Byte

表 2-4 最大通讯字节数对照表

2.7 功耗模式

集中器与节点的功耗模式可由用户配置，双方配置需要保持一致，否则无法通信。

非低功耗模式下，网内设备可以进行实时数据交互，开启低功耗后，实际通信过程中存在唤醒时长，集抄/点抄/数据下行任务的执行时间会有部分提升。

开启低功耗模式后，节点模组空闲时处于低功耗 CAD 状态，用户主动发送串口数据帧给模块前需要拉高 WAKE 引脚（上升沿唤醒），否则模块无法响应串口数据，唤醒时序如下图 3-2。

注：非低功耗模式下，节点静态功耗为接收电流。开启低功耗后，静态功耗降低为 CAD 电流。

集中器开启低功耗模式后不影响自身功耗，主要影响其通讯逻辑。

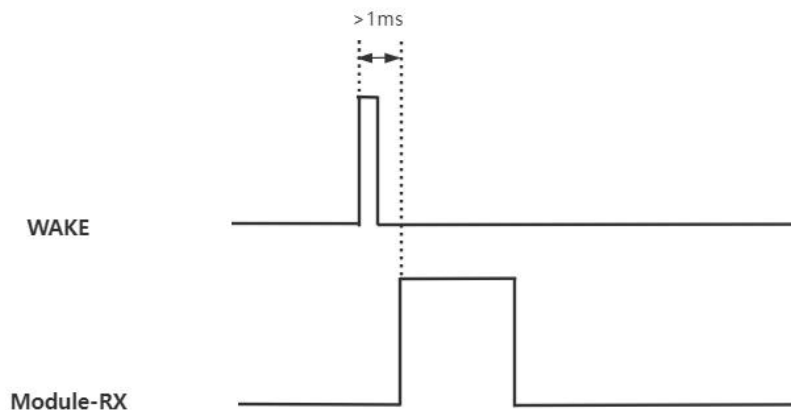


图 2-1 低功耗模式下节点指令唤醒时序

2.8 白名单及入退网管理

集中器可以使用白名单功能来管理设备加入网络的权限，白名单列表支持最大 2500 个设备，配置白名单列表并使能后，只有白名单内节点可加入网络。

设备入网支持主动和被动两种方式，通常为节点主动发起入网（由节点端指令控制），主动入网正常可以在 1s 内完成。设备被动入网是针对已入网设备进行重新入网的过程。由集中器发起广播入网，在集中器覆盖范围内的所有节点收到入网广播后会以一定的规则在短时间内批量完成入网交互。单个集中器下最大挂载 2000 个节点，当有节点入网成功时，集中器会立即推送消息告知用户。通过查询在网名单的指令可以获取已入网的所有节点信息。

从在网节点名单内删除节点即为设备退网，集中器收到退网指令后会对指定 MAC 地址的设备下发离网指令，使节点退网。集中器只接收在网名单内节点的数据，集抄广播也仅对在网节点进行。

2.9 数据下发/采集

用户控制集中器下发数据到节点称为数据下发，可以是广播下发或是对单点的下发。

用户控制集中器进行数据采集根据对象范围称为集抄/点抄。

数据下发和采集流程在网络内都是自上而下发起的双向交互。区别在于数据下发后，节点模组仅上报网络层 ACK，不携带用户数据，而数据采集会在上报阶段携带用户需要发送的传感器类数据。对于用户，数据下发与采集使用相同的交互接口来实现。

数据下发/集抄/点抄的实现流程如下图所示：

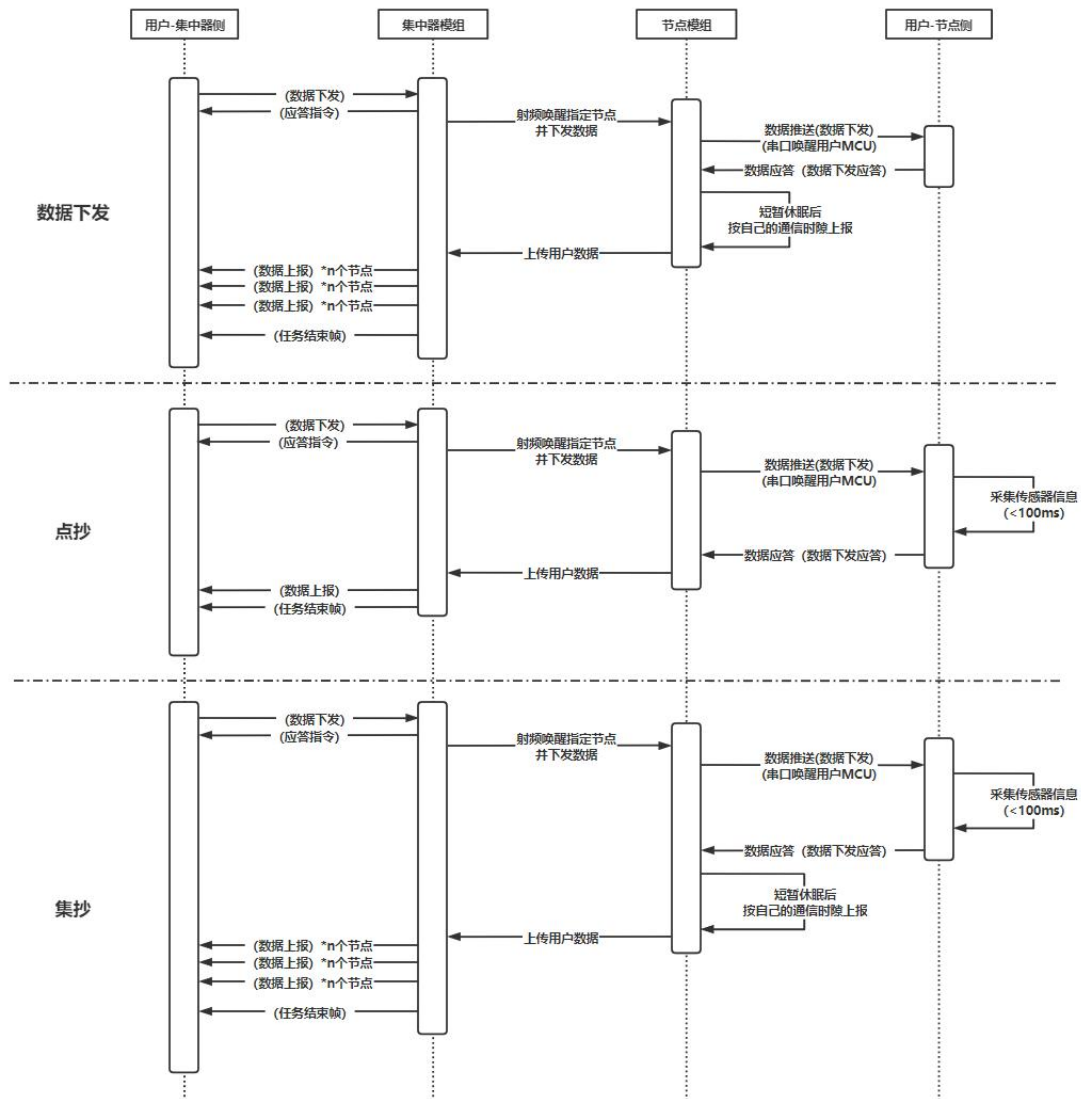


图 2-2 数据下发/采集流程图

注：

- 1、集中器端的数据下发指令，可以实现数据的广播/单播，由帧内所带的 MAC 地址决定接收方。下发的用户数据最大长度 200 字节。
- 2、集中器下发的数据通常为用户的应用层命令，用户节点侧的 MCU 收到数据推送帧时，判断帧内容，若无需应答数据，立即回复不带 data 字段的“用户数据应答”即可。若有数据需要上报，需要在 100ms 内完成串口数据的应答。
- 3、用户节点侧的 MCU 无需关注通信方式为广播/单播，用户与节点模组完成串口交互后，网络层的并发传输机制由节点模组负责。
- 4、数据下发/采集在网络层中存在失败重传机制，任务执行期间节点的应答或数据会陆续由集中器推送给用户，并以“任务结束帧”为流程结束标志。

2.10 数据主动上报

数据主动上报是由节点侧自下而上发起的双向数据交互，节点端有异常告警类的消息需要主动上报时，调用上报命令即可，节点模组会随机选择信道进行上报，以集中器的 ACK 作为上报成功依据并进行最多 2 次失败重传。上报结束后告知用户上报结果。主动上报流程无需空中唤醒过程，正常可以在 1s 内完成，保证了告警类消息的及时性。

2.11 掉电信息存储

集中器端内置 58K 非易失性存储器用于实时存储全部网络信息及配置参数，断电重启或复位后集中器可以自行恢复到断电前的工作状态，无需额外的用户操作。

2.12 默认参数

集中器和节点模组的出厂默认参数相同，如下表 2-5 所示。通过恢复出厂设置指令，也可以将配置参数恢复到默认值。

项目	默认配置值	对照内容
Band	0x00	470-474MHz
NetID	0x00	NetID = 0
通讯速率	0x03	4.56 kbps (SF7,BW125)
波特率	0x09	115200
发射功率	0x16	22dBm
最大数据长度	0x02	50Byte
功耗模式	0x00	低功耗关闭
白名单使能	0x00	白名单不启用

表 2-5 默认参数表

2.13 工作时序

2.13.1 上电时序

集中器和节点模组上电后都存在初始化过程，需要加载网络参数并启动射频 IC，期间注意不要操作模块，建议配置上电延时时间网关>5s、节点>1s。

2.13.2 指令时序-超时时间

集中器和节点模组收到指令后需要一定的处理时间，用户需要在收到应答指令后再对模组进行下一条指令，下图为各种指令处理的最大超时时间。

指令类型	配置条件			最大超时时间 (s)			典型值 (s)			
	功耗模式	通信速率	最大数据长度							
集中器点抄	低功耗关闭	/	/	9			1			
	低功耗开启	/	/	18			5			
集中器集抄/数据下发				在网节点个数			在网节点个数			
				256节点	512节点	1000节点	256节点	512节点	1000节点	
	低功耗关闭	0x03(SF7)	0x01(25Byte)		21	35	63	10	20	40
			0x02(50Byte)		25	43	78	14	28	56
			0x03(100Byte)		33	59	111	20	40	80
		0x04(200Byte)		51	94	180	25	50	100	
			0x01(25Byte)		46	85	164	20	40	80
				0x02(50Byte)		58	109	210	26	52
	0x05(SF9)	0x03(100Byte)		84	161	315	65	130	260	
		0x04(200Byte)		136	265	522	70	140	280	
		低功耗开启	0x03(SF7)	0x01(25Byte)		30	44	71	21	39
	0x02(50Byte)				34	52	87	22	41	79
	0x03(100Byte)				42	68	120	24	45	87
	0x04(200Byte)		60	103	189	30	57	111		
		0x01(25Byte)		55	94	173	40	77	151	
			0x02(50Byte)		67	118	220	43	80	154
	0x05(SF9)	0x03(100Byte)		93	170	324	70	137	271	
		0x04(200Byte)		145	274	531	85	167	331	
广播入网		低功耗关闭	0x03(SF7)	/	212			90		
	0x05(SF9)		/	614			110			
低功耗开启	0x03(SF7)	/	/	272			95			
		0x05(SF9)	/	674			115			
节点主动入网	/	/	/	5			0.2			
集中器恢复出厂设置指令	/	/	/	5			3.5			
集中器设置BAND指令	/	/	/	5			3.5			
集中器、节点其他指令	/	/	/	1			0.2			

图 2-3 指令最大超时时间

2.13.3 数据下行

节点模组以 3s 为周期进行低功耗 CAD 检测。若接收到集中器下发的数据，会通过串口推送给用户，用户需要在 100ms 内完成应答，若应答帧内不携带 data 字段，则节点只上报 ACK 到集中器告知下发结果，若携带 data，则节点会将用户数据上报到集中器端。数据下行结束后，节点模组自动回到低功耗 CAD 状态。

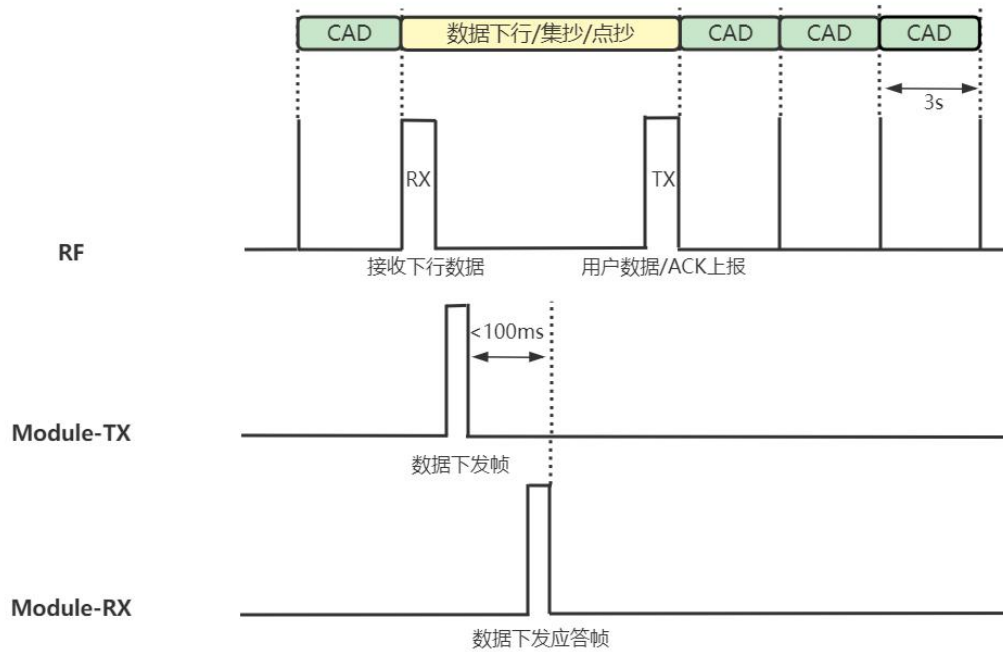


图 2-4 数据下行时序

2.13.4 主动上报

节点模组被唤醒并收到主动数据上报帧时，会与集中器进行最多 3 轮数据交互，并通过应答帧告知用户主动上报结果。主动上报结束后节点自动回到低功耗 CAD 状态。

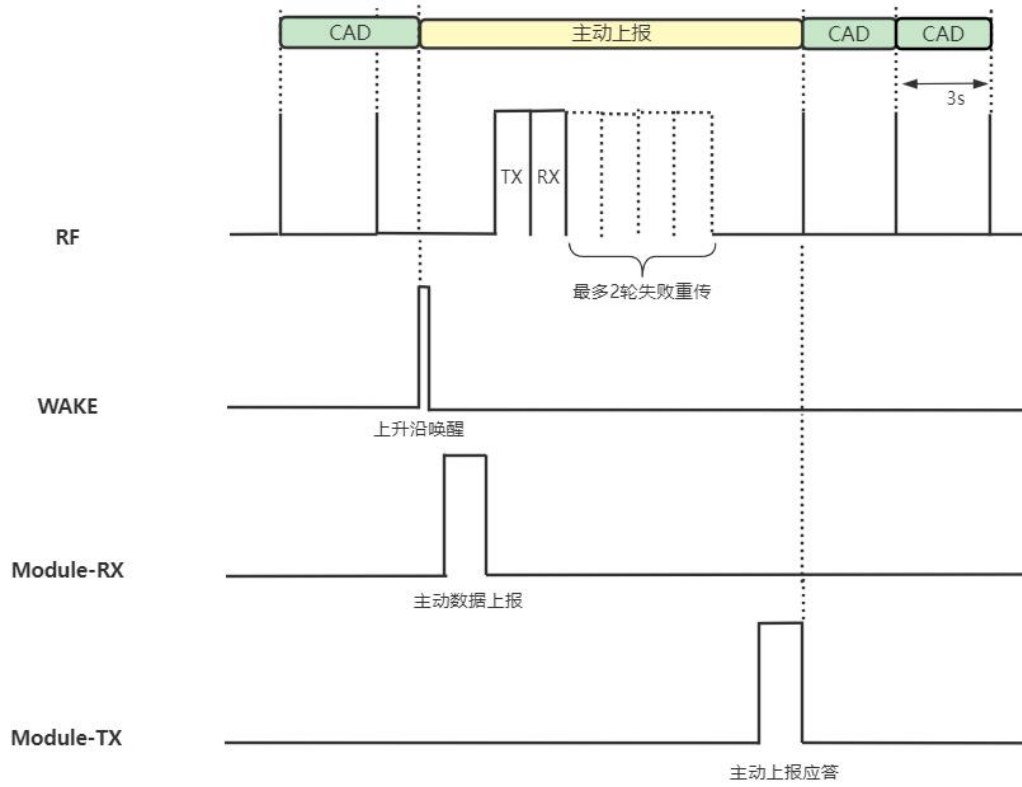


图 2-5 主动上报时序

3 常见问题

3.1 为什么节点无法入网？

- 检查集中器是否工作，节点是否在集中器网络覆盖范围内。
- 检查 NetID、Band、功耗模式、通讯速率等配置是否与集中器一致。
- 检查集中器端是否开启了白名单，节点是否在白名单内。

3.2 给节点模组发送串口指令无响应

- 节点模组空闲时处在低功耗休眠状态，需要用 WAKE 引脚上升沿电平唤醒模块。

3.3 集抄功能的耗时较长

- 检查集中器端在网设备列表是否存在故障节点。集抄流程自带补抄机制，对于抄读失败的节点，集中器会花费稍长一些的时间去等待。及时删除网内停用的节点可以时集抄更加高效。

3.4 白名单功能没有效果

- 使用白名单功能除了配置名单，还需要使能白名单功能。

4 联系我们

利尔达科技集团股份有限公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨，如需任何帮助，请随时联系我司相关人员，或按如下方式联系：

资料网站：<http://wsn.lierda.com>

支持邮箱：wsn_support@lierda.com

技术论坛：<http://doc.wsn.lierda.com>

样品购买：<https://lierda.taobao.com>

