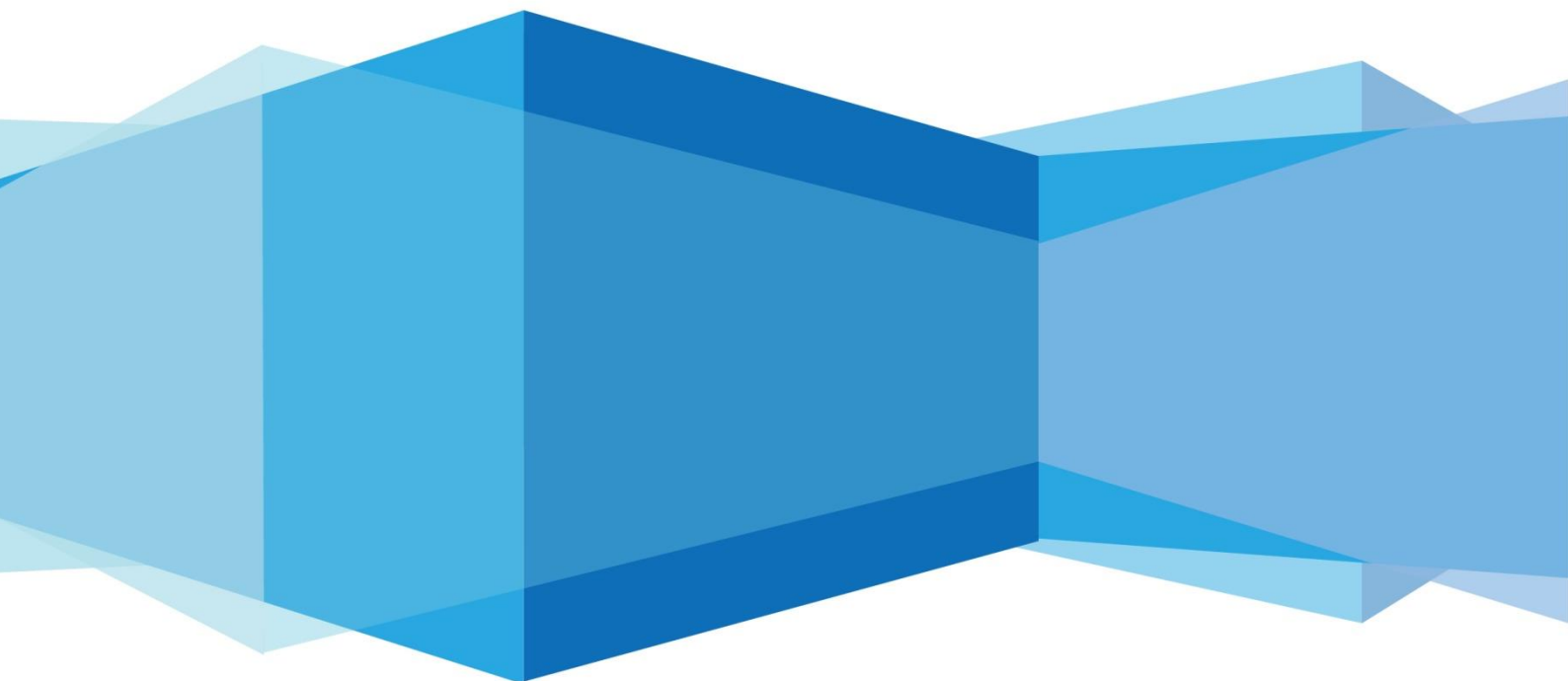


LSD4WN-2N717M91 产品使用说明书

文件版本：Rev03

提交时间：2018 年 07 月 09 日



文件修订历史

版本	修订日期	修订说明
1.0	2016-06-07	初始版本
1.1	2016-07-18	修正快速配置范例章节，对 AppEUI 错误描述 新增工作时序图
1.2	2016-07-21	修改版本说明 删去提示符>>的描述 删去命令间的换行 修改文档格式、参数错误的描述 新增部分 AT 命令 新增子目录 新增 “1.3.2 LoRaWAN、1.3.3 CLAA 等基础知识”
2.0	2016-10-22	新增模块时序章节
2.1	2016-11-28	新增模块睡眠控制说明 新增 “7 章 应用场景的配置说明” 新增部分 AT 命令说明（多参数说明） 更新 AT 命令说明格式 新增日志功能说明 新增模块通信流
2.2	17-08-24	修正 “5.7 透传模式下的时序图” 更新 “5.1 开机时序” 新增 “8.4 热启动功能说明” 更新 “7 章 模块睡眠后，RXD 引脚状态为 Float” 新增 “6.2.30 状态寄存器描述” 新增 “2.4 串口通信流” 新增 “4.4 状态字节功能描述” 新增 “4.5 空口通信流” 新增 “5.1.13 LED 功能说明” 更新 “9 章 日志信息” 更新 “6.1.11 连续通信失败监测值” 新增 “6.2.42 CSMA 设置” 更新 “6.1.11 系统设置” 模块出厂值： 默认 “6.1.11 不开启回显功能” 默认 “6.1.11 Class C 下行确认帧自动回复” 默认 “6.2.1 Class A 下行确认帧不自动回复” 默认不输出提示符>>
3.0	18-03-10	更新 “6.2.32 设置 JOIN” 说明 新增 “8.1.1 出厂参数说明”
3.1	18-04-27	更新 支持 CLAA 协议 1.3.7 功能 新增 “非确认帧检测”

3.2	18-07-09	<p>更新 入网机制支持 CLAA1.3.9 默认只扫描 D->E, 删去 A\B\C</p> <p>更新 “6.2.4 读取激活模式 OTAA”</p> <p>增加 “6.2.5 设置 AT+DEVEUI”</p> <p>更新 “6.2.28 读取通信速率 DATARATE”</p> <p>更新 “6.2.31 设置 JOIN ”</p> <p>更新 “6.2.32 读取 JOIN 信息”，新增 “连接\连接丢失” 等参数说明</p> <p>更新 “8.1.1 出厂参数说明，新增模块出厂参数</p> <p>更新 “9.1 注册过程”，新增入网相关信息描述</p> <p>新增 “10 产品变更记录”</p>
-----	----------	--

目录

1 概述.....	9
1.1 LoRaWAN 简介.....	9
1.1.1 LoRaWAN 设备类型.....	10
1.2 文档适用范围	11
1.3 参考	11
1.3.1 LoRa Alliance	11
1.3.2 CLAA 联盟	12
1.3.3 协议标准.....	12
2 模块工作机制	13
2.1 系统状态.....	14
2.2 工作模式.....	15
2.3 掉电保存.....	15
2.4 串口通信流.....	15
2.5 典型应用电路	17
3 指令模式.....	18
3.1 AT 协议约定.....	18
3.2 最小网络参数配置	19
4 透传模式.....	21
4.1 引脚配置.....	21
4.2 搜索网络.....	22
4.3 用户数据发送	23

4.3.1	流控机制	23
4.3.2	物理分包	23
4.4	服务器响应	24
4.5	空口通信流	26
5.1	开机时序	28
5.2	唤醒时序	28
5.3	串口帧分割时序	29
5.4	指令时序	29
5.5	串口发送时序	30
5.6	数据接收时序	30
5.7	模块透传时序	31
6	AT 命令集	33
6.1	系统命令	33
6.1.1	设置串口波特率	33
6.1.2	读取串口波特率	33
6.1.3	设置串口分帧时间	34
6.1.4	读取串口分帧时间	34
6.1.5	设置 RTC 时间	35
6.1.6	读取 RTC 时间	35
6.1.7	设置系统参数 SYSTEM	35
6.1.8	读取系统参数 SYSTEM	36
6.1.9	设置 IO 口状态	36

6.1.10	设置外设 PERIPH.....	37
6.1.11	读取版本 VER.....	38
6.1.12	系统复位 RESET	38
6.1.13	恢复出厂设置 FACTORY.....	39
6.1.14	空命令 NOP	39
6.1.15	参数 SAVE.....	39
6.2	MAC 命令	40
6.2.1	设置上行传输类型(un)CONFIRM.....	40
6.2.2	读取上行传输类型(un)CONFIRM.....	40
6.2.3	设置激活模式 OTAA	41
6.2.4	读取激活模式 OTAA	42
6.2.5	设置 DEVEUI	42
6.2.6	读取 DEVEUI	43
6.2.7	设置 APPEUI.....	43
6.2.8	读取 APPEUI.....	44
6.2.9	设置 DEVADDR.....	44
6.2.10	读取 DEVADDR.....	45
6.2.11	设置 APPKEY	45
6.2.12	读取 APPKEY	46
6.2.13	设置 APPSKEY	46
6.2.14	读取 APPSKEY	47
6.2.15	设置 NWKSKEY.....	47

6.2.16	读取 NWKSKY	48
6.2.17	设置 ADR	48
6.2.18	读取 ADR	49
6.2.19	设置 PORT	49
6.2.20	读取 PORT	50
6.2.21	设置 CSQ	50
6.2.22	读取 CSQ	51
6.2.23	设置设备类型 CLASS	52
6.2.24	读取设备类型 CLASS	52
6.2.25	设置发送功率 POWER	53
6.2.26	读取发送功率 POWER	53
6.2.27	设置通信速率 DATARATE	54
6.2.28	读取通信速率 DATARATE	54
6.2.29	设置 Status_Output_Reg	55
6.2.30	读取 Comm_Status_Reg	55
6.2.31	设置 JOIN	57
6.2.32	读取 JOIN 信息	58
6.2.33	设置 Link Check	59
6.2.34	读取 Link Check	60
6.2.35	设置 BAND	60
6.2.36	读取 BAND	61
6.2.37	读取 RX2	61

6.2.38 读取 FREQ	61
6.2.39 设置 CSMA.....	62
7 低功耗处理	63
8 应用配置说明	64
8.1 模块参数配置	64
8.1.1 出厂参数说明.....	64
8.1.2 OTAA 快速配置示例	66
8.2 CLAA 模式配置.....	66
8.2.1 应用场景 1：单模模式.....	67
8.2.2 应用场景 2：多模模式.....	67
8.3 Class C 应用	68
8.4 热启动.....	69
9 日志信息.....	71
9.1 注册过程.....	72
9.2 数据传输过程	72
10 产品变更记录.....	74
敬告用户	75

1 概述

LSD4WN-2N717M91 是利尔达科技股份有限公司研制的一款 LoRaWAN End Node 模块。本模块集成了 LoRaWAN™ 协议栈，符合 LoRa Alliance 发布的 LoRaWAN™ Specification 1.01 Class A\C 应用标准与 CLAA 发布应用规范。

本模块采用串行接口与用户设备进行数据、指令交互，可以方便地为用户提供快速 LoRaWAN 网络接入和无线数据等业务。

本说明书描述了 LSD4WN-2N717M91 模块的工作机制，以及模块与用户端交互的 AT 指令集。从空口支持的频段来看，模块功能包括：

- a) LoRaWAN CLAA 应用。

1.1 LoRaWAN简介

LoRaWAN 属于一个低功耗广域网络(LPWAN)规范，适用于在地区、国家或全球网络中，使用电池供电的无线设备，是一个支持 IoT 应用的通信网络。LoRaWAN 由 LoRa 联盟推动。

LoRaWAN Specification 定义了 PHY 与 MAC 协议，PHY 层主要使用 LoRa 调制技术（部分频段也使用了 FSK 调制）。

LoRaWAN 网络架构是一个典型的星形拓扑结构，用于大容量远距离低功耗的网络应用，在这个网络架构中，LoRaWAN 网关可以看作是一个透明的“网桥”，连接前端终端设备(End Device)和后端中央服务器。网关与服务器通过标准 IP 连接，而终端设备采用单跳广播，与一个或多个网关通信，所有的节点均是双向通信。LoRaWAN 协议的星形拓扑结构消除了同步开销和跳数，因而降低了功耗。

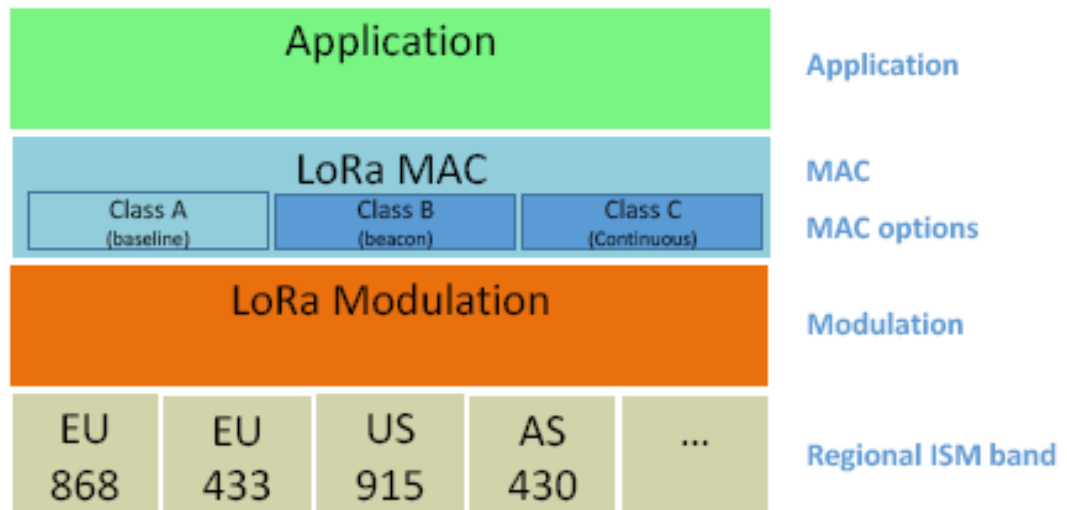


图 1.1 LoRaWAN 设备类型

1.1.1 LoRaWAN 设备类型

LoRaWAN 协议针对低功耗、电池供电的传感器等应用进行了不同等级的优化，分成不同级别的终端类型，以优化网络延迟和电池寿命间的平衡关系。同时为最大限度地提升终端设备的电池寿命和整体网络容量，LoRaWAN 网络服务器通过一种自适应数据速率（ADR）的方法管理每个终端速率和功率等。

表1-1 LoRaWAN的终端类型

设备类型	描述
Class A	Class A设备执行的是一个非对称的双向通信机制，每一终端设备上行发送后会伴随打开两个下行接收窗口。终端设备的传输窗口是基于其自身通信需求，其微调是基于一个随机的时间基准（ALOHA协议）。Class A设备应用中功耗最低，在终端发送一个上行传输信号后才能与服务器进行下行通信，与服务器任何时候的下行通信都只能是在上行通信之后。
Class B	Class B设备建立在Class A基础上，并会在预设时间中开放多余的接收窗口，为了达到这一目的，终端设备会同步从网关接收到一个Beacon，这一方式会让服务器知道终端设备正在“倾听”。
Class C	Class C设备同样基于Class A，在不需要发送数据的情况下，一直打开接收。
.....	更多的设备类型

Class A 设备通信机制，如图 1-1 所示：

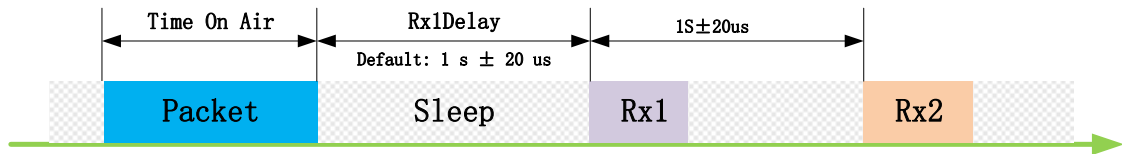


图 1-1 Class A 设备通信机制

Class C 设备通信机制，如图 1-2 所示：

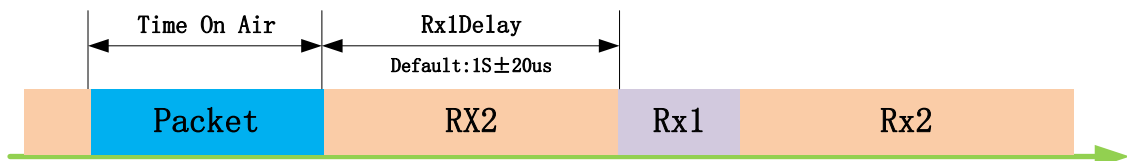


图 1-2 Class C 设备通信机制

1.2 文档适用范围

该说明书适用的固件版本：

2. 18. 12...及后续版本

之前版本的固件，第 6 章节的“AT 指令集”部分适用。

1.3 参考

1.3.1 LoRa Alliance

LoRa™ Alliance 是一个开放、非盈利组织，由行业内领先厂商发起，成立于 2015 年 3 月。LoRa 联盟致力于建立一个安全的、运营等级、低功耗广域网(LPWAN)开放式标准规范，将低功耗广域网(LPWAN)推向全球。

LoRa 联盟推广的 LoRaWAN™协议，可应用于 IoT、智慧城市、智慧工业、智慧生活等等众多领域。截止 2017 年 6 月的统计数据，全球目前已超过 480+成员，成员领域涵盖电信商、设备商、物联网系统整合商、传感器制造商和半导体商、创新创业企业等等。

由 LORA 联盟开发并支持的低功耗广域(LPWA)无线网络，力求针对低功耗、远距

离、低成本 3 大物联网关键因素提供解决方案。

1.3.2 CLAA 联盟

CLAA 联盟是在 LoRa Alliance 支持下，由中兴通讯发起，各行业物联网应用创新主体广泛参与、合作共建的技术联盟，是一个跨行业、跨部门的全国性组织。其会员由国内外各类有低功耗、广覆盖物联网需求的企事业单位和专业社团组成，加强产业链厂家合作，构建 LoRa 技术应用生态圈。联盟的宗旨是推动 LoRa 产业链在中国的应用和发展，建设多业务共享、低成本、广覆盖、可运营的 LoRa 物联网。联盟口号：合作共赢，建设中国 LoRa 钻石联盟。截止 2017 年 8 月的统计数据，国内目前已超过 780+成员。

1.3.3 协议标准

1、LoRaWAN1.0.2 Specification 由 LoRa 联盟发布

<http://www.lora-alliance.org>

2、OMS-001-CLAA 码号命名规范及原则，由 CLAA 联盟发布

3、《TES-003-CLAA 对中国 470M-510M 频段使用技术要求 V1.3.5》，

4、《TES-003-CLAA 对中国 470M-510M 频段使用技术要求 V1.3.9》，由 CLAA

联盟发布

5、TES-004-CLAA 对 MAC 命令扩展规范，由 CLAA 联盟发布

2 模块工作机制

LSD4WN-2N717M91 模块(以下称模块) 集成了 LoRaWAN™ 协议栈, 模块采用串行接口、结合逻辑 GPIO 口与用户设备进行数据、指令交互, 可以方便地为用户提供快速 LoRaWAN 网络接入和无线数据等业务。模块的固件功能框图, 如图 2.1 所示。

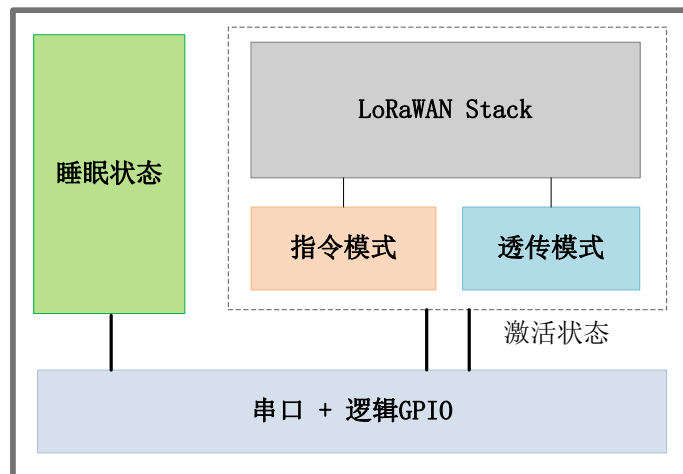


图 2.1 LSD4WN-2N717M91 固件功能框图

模块引脚的功能定义, 详见《LSD4WN-2N717M91 (LoRaWAN End Node) 产品规格书》。

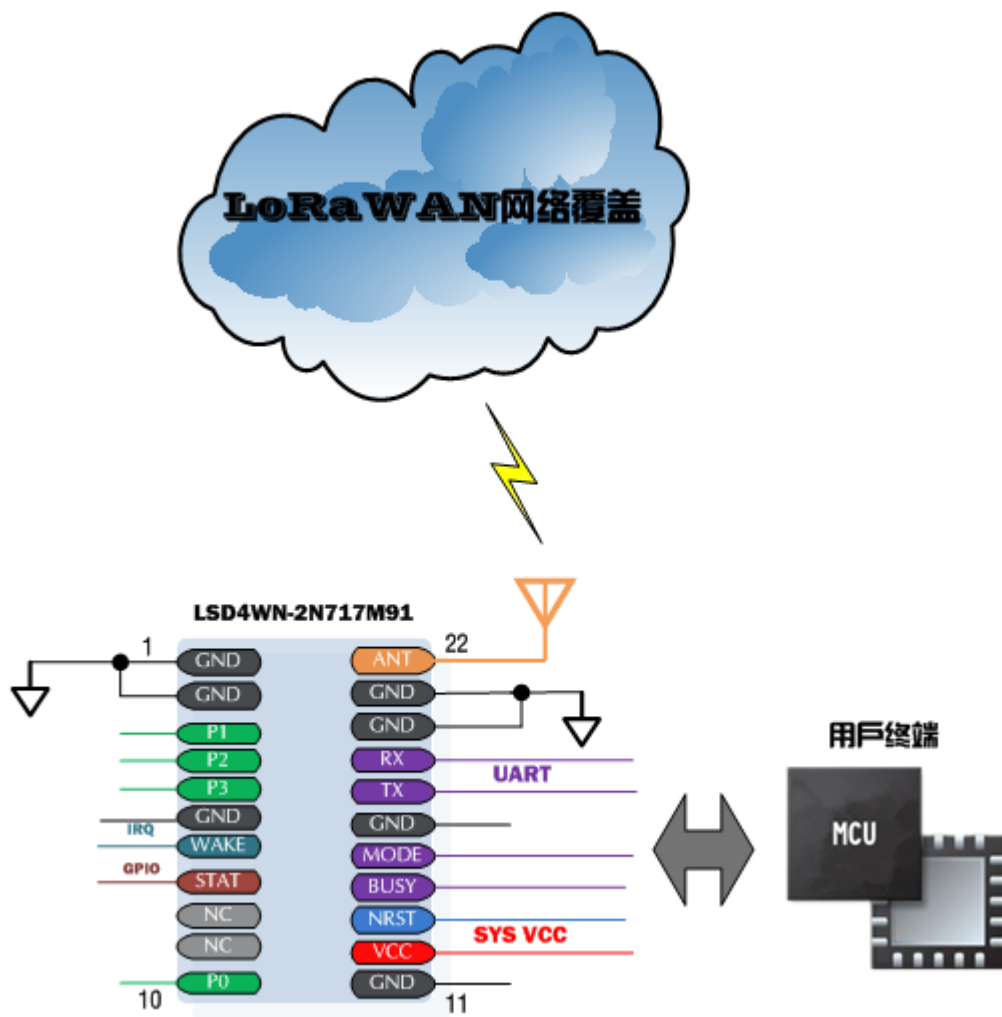


图 2-2 模块应用框图

2.1 系统状态

模块定义了两种系统状态，分别是激活状态与睡眠状态：

(1) 在睡眠状态下，模块将进入低功耗，不会进行任何数据通信等操作，但保存系统当前的运行状态、配置参数等。

(2) 模块被唤醒后，进入激活状态，用户即可进行 LoRaWAN 数据收发、参数配置等操作。

用户通过 WAKE 引脚来控制模块的系统状态，系统状态的控制逻辑，如表 2-1 所示。

表 2-1 模块的系统状态控制

系统状态控制脚	I/O方向	描述
WAKE= 1 保持高电平	Input	激活状态
WAKE= 0 保持低电平	Input	睡眠状态

2.2 工作模式

激活状态包含了两种工作模式，分别是透传模式与指令模式：

(1) 指令模式用于参数配置、状态读取等。

(2) 用户在透传模式，发送与接收应用数据。在透传模式下，若模块被选定为 OTAA 激活，复位设备后，默认会自动执行加入网络（JOIN）操作。模块正常加入网络，才可以提供有效的 LoRaWAN 数据服务。

用户通过 MODE 引脚来选择模块的工作模式，如表 2-2 所示。

表 2-2 激活状态下的模式控制

功能引脚	I/O方向	描述
MODE= 1 保持高电平	Input	指令模式
MODE= 0 保持低电平	Input	透传模式

2.3 掉电保存

用户在指令模式配置模块的相关串口通信、LoRaWAN 网络等参数，在完成相关参数配置后，若用户需要对设置参数进行掉电存储，则可发送 AT+SAVE 指令，固件将用户配置的参数更新到模块 EEPROM 中。

用户复位模块后，模块将按照新参数运行（支持掉电存储的参数，详见“6 章节 AT 命令集”）。

2.4 串口通信流

模块与用户的串口通信流，主要包含了命令、应答、事件三种消息类型。其中命令、

应答类消息主要用于参数配置等操作。事件类消息主要用于上行\下行数据通信等。如

表 2-3 所示。

表 2-3 串口通信的消息类型

消息类型	通信方向	主要功能	描述
命令	模块 ← 用户MCU	参数配置	用户MCU发送命令给模块
应答	模块 → 用户MCU		模块返回对应命令的应答给用户MCU
事件	模块 <→ 用户MCU	数据通信服务	任意时刻发生的异步事件： 用户发送上行数据 ^{注1} 给模块或者 模块发送下行数据 ^{注1} 给用户MCU或者 模块发送失败报告等待

注1：
上行数据指的是终端通过LoRaWAN网络发送的用户数据
下行数据指的是服务器通过LoRaWAN下发的用户数据

模块与用户 MCU 的串口通信流，如图 2.2 所示

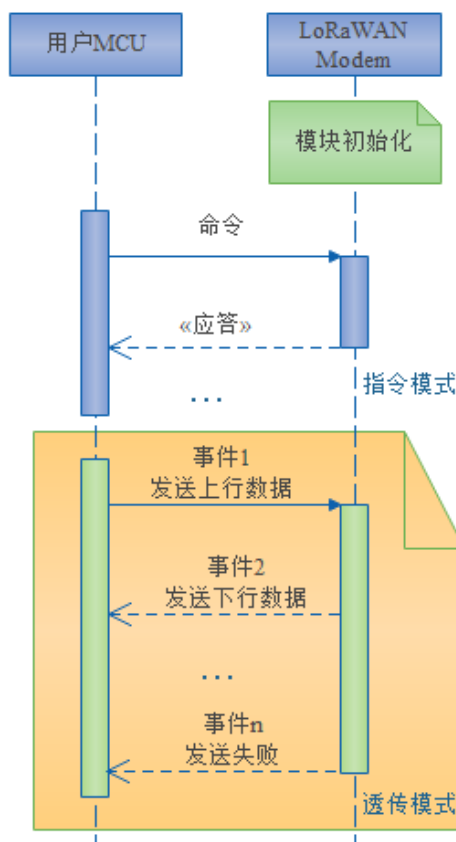


图 2-3 模块与用户 MCU 的串口通信流

2.5 典型应用电路

用户接口：串口、GPIO、电源等

天线接口：50Ω邮票孔输出

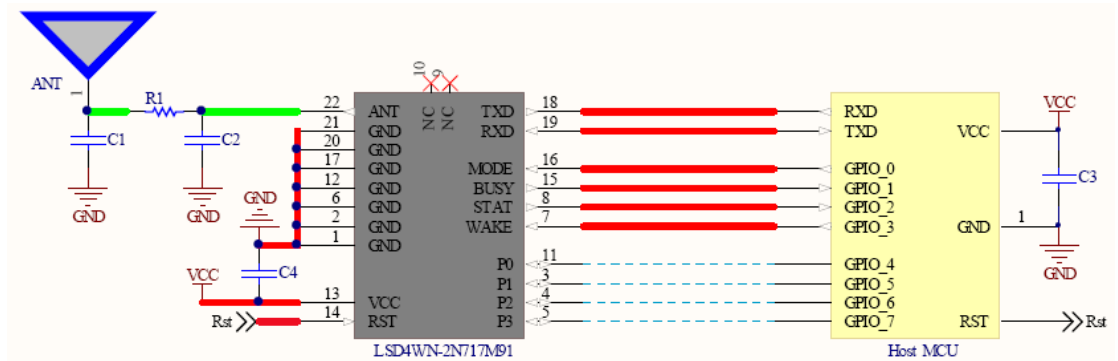


图 2-4 LSD4WN-2N717M91 典型应用电路

3 指令模式

指令模式主要用于配置模块参数、读取状态等等。用户通过串口 AT 指令来访问模块，进行配置寄存器的读写、状态寄存器的查询等操作。

模块首次上电前，建议用户先配置 MODE 为高电平，此种情形下，模块上电初始化完成后，BUSY 将输出高电平，指示用户可以进行 AT 指令操作。除此之外，BUSY、STAT 引脚对指令模式无效。

在指令模式下，串口参数固定为 9600N81，无校验。

用户发送 AT 命令给模块，模块解析接收到的命令，进行指令解析、执行完成后，立即返回一个命令响应，表征命令的执行结果。

在 BUSY 为低电平(忙)的状态下，允许用户进入指令模式，此时可以读取系统状态寄存器等。

注意：

模块的LoRaWAN网络通信操作，主要发生在透传模式，因此用户若完成指令模式下的相关操作，建议用户，立即切换回透传模式。

3.1 AT协议约定

指令模式采用 AT 协议解析，传输 ASCII 格式数据。其中做如下约定，如表 3-1

表 3-1 AT 协议约定

符号	描述
AT	每个AT命令，都以AT开头。不区分大小写
+X1	+X1为命令
= 或者 ?	说明当前为设置操作，比如AT+DEVADDR=00112233
	说明当前为读取操作，比如AT+DEVADDR?
Para1, Para2...	参数分隔符[逗号]，可能带多个参数，比如AT+TX=<data>, <type>, <port>
<CR><CF>	回车符, 命令结束

AT命令说明：

设置命令格式：AT+[...x] = Y

读取命令格式：AT+[...x] ?

执行命令格式：AT+[...x]

AT 命令返回值根据命令结果的不同，具有不同返回值，如表 3-2 所示：

表 3-2 AT 指令返回值

返回结果	描述
OK	串口命令执行成功
ERROR	未知错误
BAD PARM	参数错误
+XX:YY..	命令XX对应的响应结果

注意：

在指令模式下，输入AT命令命令，必须以回车为结束符，即（' \r' ）或者（0x0D）

3.2 最小网络参数配置

为了能够与 LoRaWAN 网络通信，首次使用模块前，必须配置必要的网络参数。

CLAA 提供了两种 End Device 激活方式，每种方式所需配置的参数有所不同，如表

3-3 所示

表 3-3 两种激活方式最小所需网络参数

激活方式	描述	所需参数
Over the Air Activation (OTAA)	模块通过加入网络（JOIN）操作，来获得网络安全密钥	DevEUI、AppEUI、AppKey，同时设置为OTAA激活方式。
Activation by Personalization (ABP)	模块本地已经保存网络会话密钥、应用加密密钥等，可以加入指定的 LoRaWAN服务器	DevAddr、NwkSkey、AppSkey，同时设置为ABP激活

注：

固件版本为2.20.x及之后版本，模块出厂未烧入CLAA授权的APPEUI（JOINEUI）、APPKEY，用户需

向运营商申请相关参数并设置，详细说明请见“8.1.1 出厂参数说明”。

4 透传模式

模块在透传模式下，若未加入 LoRaWAN 网络，首先执行加入网络操作，直至成功加入网络后，模块只有在成功加入网络后，才能正确处理用户数据，进行有效的空口数据交互与串口数据交互。

4.1 引脚配置

模块在透传模式下，相关引脚控制如表 4-1 所示。

表 4-1 透传模式下的引脚功能

引脚	定义	I/O	描述
18	TXD	Output	模块串口发送端 (TX)
19	RXD	Input	模块串口接收端 (RX)
15	BUSY	Output	<div>模块忙信号输出</div> <div> <div>模块初始化</div> <div> ① 上电后，BUSY默认为低电平。 ② 模块初始化完成后，输出高电平。 ③ 此时，若模块处于透传模式，BUSY会立即拉低，开始执行加入网络等操作； ④ 若模块处于指令模式，BUSY输出高后，则用户可以开始执行AT指令操作。 </div> </div> <div> <div>数据通信</div> <div> <div>高电平</div> <div>模块空闲。指示用户MCU可以继续向模块写入数据。</div> </div> <div> <div>低电平</div> <div>模块忙。指示用户MCU暂停向模块写入数据。</div> </div> </div>
7	WAKE	Input	<div>模块激活\睡眠</div> <div> <div>高电平</div> <div>用户发送数据前，必须拉高WAKE引脚，并等待10ms时间，唤醒模块</div> </div> <div> <div>低电平</div> <div>模块进入睡眠模式，模块停止网络服务。</div> </div>

8	STAT	Output	<table><tr><td rowspan="3">入网阶段</td><td colspan="2">STAT引脚表示入网状态</td></tr><tr><td>高电平</td><td>模块入网成功</td></tr><tr><td>低电平</td><td>模块未入网，用户需等待入网成功</td></tr><tr><td rowspan="3">数据通信</td><td colspan="2">STAT引脚表示本次数据通信的结果</td></tr><tr><td>高电平</td><td>本次空口数据通信发\收成功</td></tr><tr><td>低电平</td><td>本次空口数据通信发\收失败</td></tr></table>	入网阶段	STAT引脚表示入网状态		高电平	模块入网成功	低电平	模块未入网，用户需等待入网成功	数据通信	STAT引脚表示本次数据通信的结果		高电平	本次空口数据通信发\收成功	低电平	本次空口数据通信发\收失败
入网阶段	STAT引脚表示入网状态																
	高电平	模块入网成功															
	低电平	模块未入网，用户需等待入网成功															
数据通信	STAT引脚表示本次数据通信的结果																
	高电平	本次空口数据通信发\收成功															
	低电平	本次空口数据通信发\收失败															
	MODE	Input	保持为低电平														

4.2 搜索网络

当模块工作在 CLAA 模式，且使用 OTAA 激活方式，首先需要进行 LoRaWAN 网络搜索（请求），以加入网络。

模块首次上电或者复位后，若处于透传模式且被设定为 OTAA 激活（缺省），模块会自动执行加入网络（JOIN）操作。未成加入网络前，STAT 引脚始终保持为低，直到成功加入网络，STAT 输出高电平，指示用户模块已成功加入网络。（注意，STAT 引脚在随后的通信阶段，用于表示本次数据通信正常与否）

模块默认会搜索 CLAA 异频模式（多模模式：D-mode、E-mode），按照一轮 D-E 的优先级顺序循环扫描，由于 2 种模式所覆盖的信道比较多，可能会出现消耗比较长的时间，才成功加入网络的情况。缺省设置下，当前一轮完整入网扫描（D-E）的所需最大时间约 4min。若用户已知当前部署基站所使用的 CLAA 模式，为了加快入网速度，用户可以通过 AT+BAND 指令来设定，模块固定在某个 CLAA 模式（单模模式）来扫描网络。

模块成功加入网络后，才可提供正常的数据通信服务。如果模块 JOIN 一定次数后仍无法加入网络（网络异常等），模块将停止 JOIN 操作，同时 STAT 引脚将保持为低。

4.3 用户数据发送

在透传模式下，用户通过串口发送数据给模块，模块处理完成后，通过 LoRaWAN 空口转发。缺省情况，模块直接转发用户数据，不做任何协议解析。

4.3.1 流控机制

流控机制用来指示用户，模块当前是否为忙状态。用户需要判断这个信号来执行相应操作，否则数据可能丢失。

用户给串口发送数据前，需要判断 BUSY 信号是否为高电平（不忙）。BUSY 信号为低电平（忙），用户停止发送串口数据，必须等待 BUSY 信号为高电平，用户才可以继续发送数据。当 BUSY 信号为低电平（忙），用户可以通过指令模式，读取当前系统状态。

一次空口数据包发送后，如果模块有接收到服务器的下行数据，则通过串口立即返回给用户。

如果开启 ADR 机制，由于每个空口数据包的最大数据长度可能会动态变化（LoRaWAN Network Server 可动态调整），为了保证数据传输可靠性与完整性，模块引入一种简单的流控机制。

用户自行决定一帧数据的长度。当模块串口超过 10ms 时间未接收到新的串口数据或者达到物理分包值（如表 2-5）时，判定一帧串口数据传输完成，模块立即拉低 BUSY 引脚（忙），同时关闭串口接收，模块启动 LoRaWAN 空口发送服务。空口发送完成后（成功或失败），BUSY 引脚重新拉高。如果本次空口服务中，服务器有下行数据，模块在 BUSY 拉高后，通过串口发送给用户。

4.3.2 物理分包

模块的物理分包参考《LoRaWAN Regional Parameter V1.0.2》相关定义，用户

可以通过 AT+STATUS 指令查询模块当前的速率，以获得当前模块可支持的最大负载值，来获取分包情况。

通常情况下，不同速率对应的最大负载值 N，如表 4-2 所示：

表 4-2 不同速率对应的最大负载值 N

Data Rate	SF\BW	N (MAX)	Time On Air (ms)
DR5	SF7\BW125	222	102.7
DR4	SF8\BW125	222	215.6
DR3	SF9\BW125	115	390.1
DR2	SF10\BW125	51	698.4
DR1	SF11\BW125	51	1560.6
DR0	SF12\BW125	51	2793.5

4.4 服务器响应

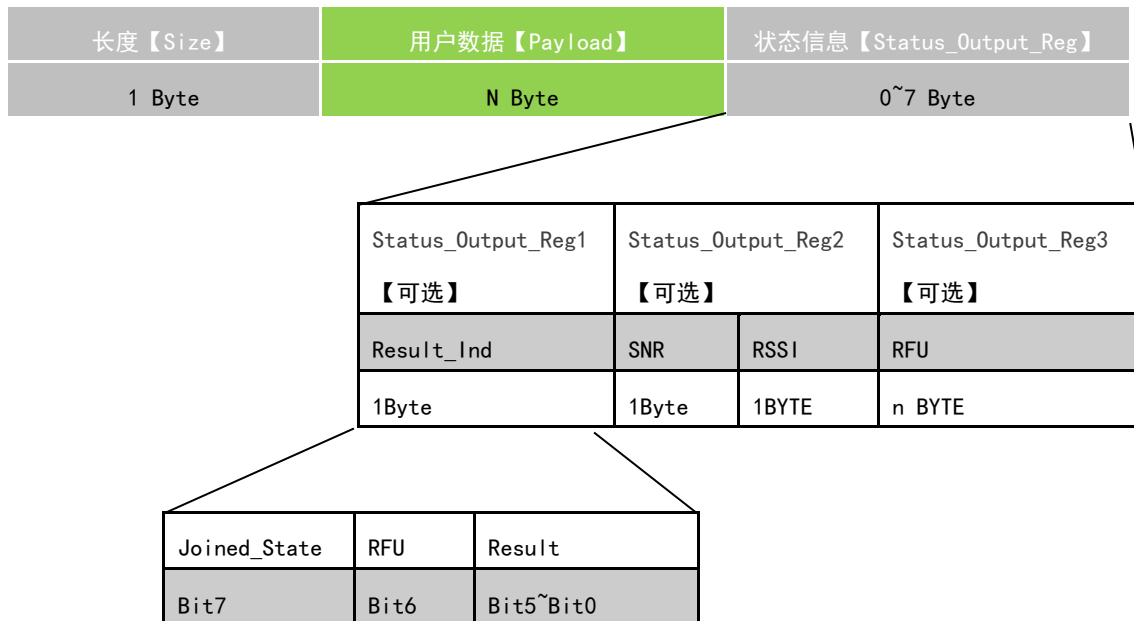
根据 LoRaWAN 网络 Class A 运行特点，终端每发送一次上行数据后，用户服务器可以根据实际应用需要，发送一个下行响应数据包。如果模块收到用户服务器的下行数据，会立即通过串口输出。

缺省情况下，模块直接转发接收到的下行用户数据【Payload】给用户 MCU。

可选的，用户可以通过 AT+STATUS 设置，是否输出冗余字节信息。若开启输出对应状态信息功能，其中第一个字节为用户数据的大小【Size】。用户数据后的字节为状态信息【Status_Output_Reg】。

模块主动发送给用户 MCU 的数据帧格式，如表 4-6 所示：

表 4-6 串口响应数据帧格式 (Dir: 模块-->用户 MCU)



注: 用户数据

可选信息

表 4-7 串口状态输出寄存器 (Status_Output_Reg)

字段	说明		
Size	用户数据[Payload]的大小 可选字段, 缺省无该字段		
Payload	服务器给用户的下行数据, N < 222		
Status_Out put_Reg=	<p>Status_Output_Reg=<Status_Output_Reg1>+ <Status_Output_Reg2>+ <Status_Output_Reg3></p> <p>每次通信完成后, 模块更新Status_Output_Reg信息</p> <p>用户可通过AT+STATUS命令, 设置状态字节的输出等级。</p> <p>可选字段, 缺省无该字段。</p> <table border="1"> <tr> <td>Status_Output_Reg1</td><td> <p>Result_Ind[Bit7~Bit0]:表示本次通信状态信息。</p> <p>Result_Ind:表示本次通信状态信息。</p> <p>BIT7: 0 - 表示模块未注册, 1 - 表示模块已经注册 (在线)。</p> </td></tr> </table>	Status_Output_Reg1	<p>Result_Ind[Bit7~Bit0]:表示本次通信状态信息。</p> <p>Result_Ind:表示本次通信状态信息。</p> <p>BIT7: 0 - 表示模块未注册, 1 - 表示模块已经注册 (在线)。</p>
Status_Output_Reg1	<p>Result_Ind[Bit7~Bit0]:表示本次通信状态信息。</p> <p>Result_Ind:表示本次通信状态信息。</p> <p>BIT7: 0 - 表示模块未注册, 1 - 表示模块已经注册 (在线)。</p>		

	BIT6: 保留。 BIT5~BIT0: 表示本次通信状态信息，具体参数含义 见表9-2
Status_Output_Reg2	SNR: 表示本次通信的SNR。有符号数 RSSI: 表示本次通信的RSSI。
Status_Output_Reg3	RFU: 保留

模块每次发送完空口数据，BUSY 引脚重新输出高电平，同时更新状态寄存器，并通过 STAT 引脚指示当前的通信结果。用户可以切换到指令模式，读取状态寄存器以获取更多的信息（比如最近的 RSSI、网络状态等信息）。

模块每执行完一次数据交互后，如果有接收到服务器的下行数据（Confirm 帧的 ACK 包或者用户数据包），模块更新通信状态寄存器（Comm_Status_Reg）。

4.5 空口通信流

模块的空口通信流（LoRaWAN 网络接入与数据服务），如图 4-1 所示：

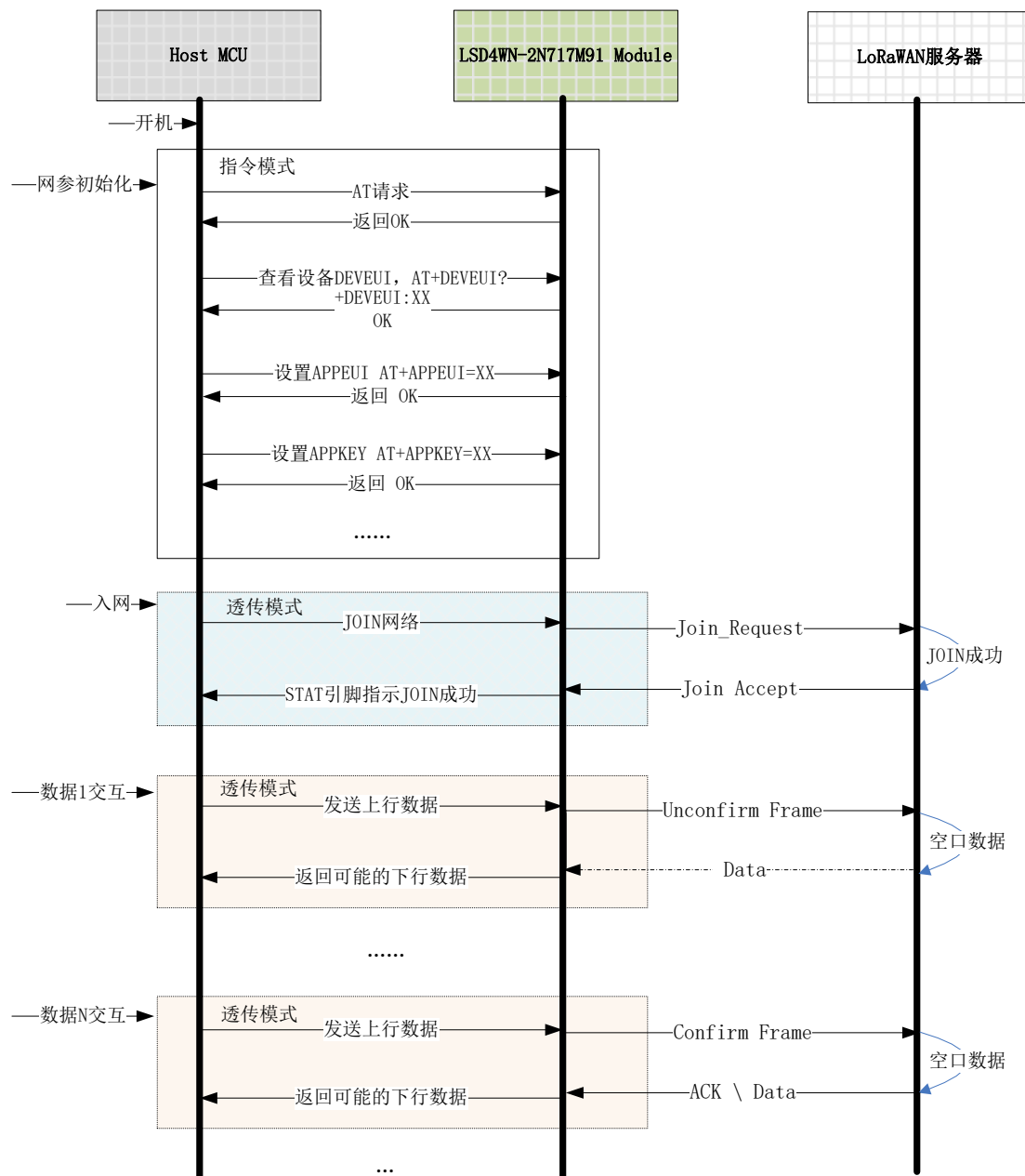


图 4.1 模块的空口通信流

若网络等环境已经相对固定，则模块只需要在首次入网的时候，设置相关网络参数即可。随后用户 MCU 与模块直接进行用户数据的交互。

目前市场中的 LoRaWAN 网络中，模块成功入网后，除了不正常的异常情况外（比如基站异常，终端\模块异常），逻辑上可认为，模块始终保持与服务器的连接状态。

可选的一种处理方式是用户层维护一个心跳包，来周期性监测 LoRaWAN 网络通信是否发送异常（比如连续多次通信失败）。

5 模块串口时序

本章节描述了模块串口通信过程中所遵循的控制时序，用户参考如下时序，进行产品相关接口时序设计。

5.1 开机时序

模块每次上电需要一段的初始化时间，在这段时间内，用户不能对模块进行任何操作。模块上电时序，如图 5.1 所示。

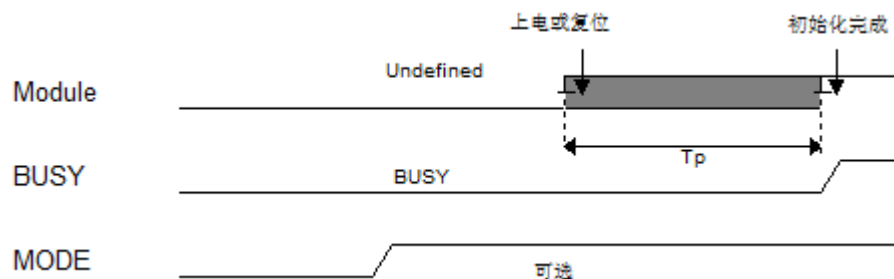


图 5.1 开机时序

模块上电或者复位后，用户需要等待一段时间 T_p ，典型值 150ms。用户在初始化模块前，需要给模块的 WAKE 引脚与 MODE 引脚提供一个固定的电平。模块在未准备好前，不会响应用户任何操作（比如发送串口数据或者 I/O 操作等）。

一种可选操作：

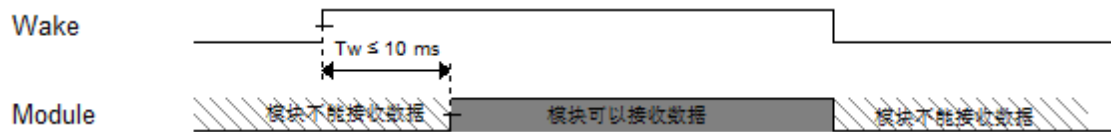
模块上电前后，若 MODE 引脚保持为高（设置为指令模式），BUSY 缺省输出低电平（模块忙），待模块完成初始化后，BUSY 信号会输出高电平，用户检测到此时高电平，则可以开始在指令模式下，配置相关参数等。

注意 T_p 时间为模块硬件初始化时间，不包括模块搜索（JOIN）网络的时间。

5.2 唤醒时序

模块进入睡眠状态后，用户只能通过 WAKE 引脚将其唤醒（除非复位模块），模块接收到有效的唤醒信号后，需要一段时间（ $T_w \leq 10ms$ ）才能完全醒来。在模块被完

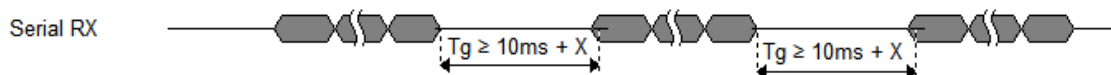
全唤醒前，模块将不能接收来自用户数据，模块的唤醒时序如图 5.2 所示。



当模块处于睡眠状态时，用户拉高 WAKE 引脚即可唤醒模块，模块完全唤醒后，将保持激活状态，直到 WAKE 引脚被再次拉低，模块将再次进入睡眠状态。模块进入激活状态前，需要一段恢复时间，这段时间内，模块不可以接收数据。

5.3 串口帧分割时序

在透传模式下，模块会将串口数据流分割为不同的帧，模块有两种分帧机制。如下描述的是串口超时分帧机制（另一种见“4.3.2 节 物理分包”介绍的最大数据包限制），即模块在超过设定时间 T_g 内 ($T_g \geq 10\text{ms} + X$ ，其中 X 的单位为 $1/2048\text{s}$)，没有接收到任何新的串口数据，模块认为该帧已经结束，开始处理这个帧。帧超时分割时序，如图 5.3 所示。



5.4 指令时序

在指令模式下，用户发出指令，模块收到后，就会立即解析该指令，并给出相应的响应结果。从用户发出指令到收到模块响应需要一定时间 (T_r)，指令操作的时序如图 5.4 所示。

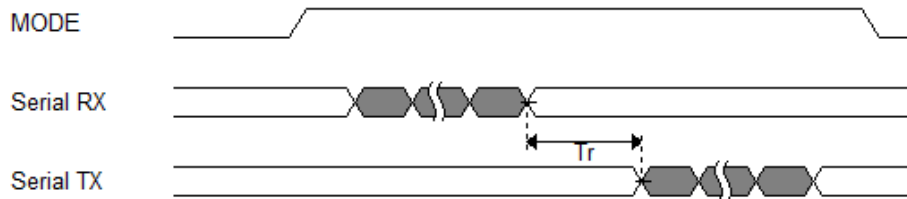


图 5.4 指令操作时序

命令响应的时间，跟命令带参数个数有关，除了 AT+SAVE、AT+APPKEY \ APPSKEY \ NWKSKEY，单参数指令响应时间 $T_r \leq 10\text{ms}$ 。多参数命令的响应时间，用户需要注意多个参数带来的影响。

5.5 串口发送时序

用户发送串口数据，需要遵循 BUSY 信号，数据发送的时序如图 5.5 所示。

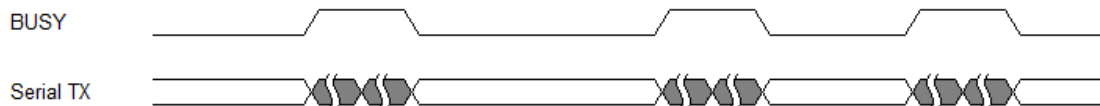


图 5.5 串口发送时序

只有在 BUSY 为高的情况，写入数据才是安全的。

5.6 数据接收时序

当模块接收到服务器的下行数据，模块会通过 BUSY 引脚通知 MCU，一定时间（迟滞时间 T_d ）后，再将数据发送给用户，数据接收时序如图 5.6 所示。

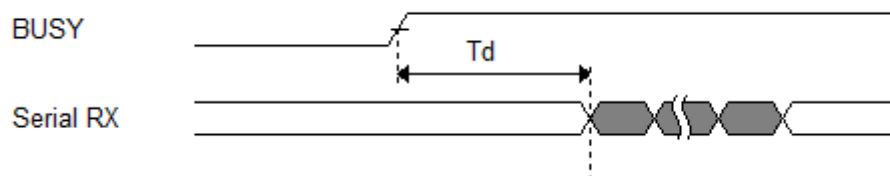


图 5.6 数据接收时序

当模块接收数据，且用户设定了模块串口延时发送，那么模块会先拉高 BUSY 引脚，一段时间后 (T_d) 再发送数据给用户。这样，用户 MCU 有足够长的时间通过 BUSY 引脚将自己唤醒，准备好接收，这样不会丢失模块发送的数据，用户可以设定 T_d 时间。

Td 缺省为 0ms。

5.7 模块透传时序

下图描述了在模块已经成功加入网络后，模块进行一次用户数据交互的流程，如图 3.7 所示。

- 0) 用户手动复位模块，该步在异常情况才需要，比如模块长时间通信异常等。
- 1) 用户拉高 WAKE，唤醒模块。MODE 引脚保持为低电平（透传模式）。
- 2) 用户等待模块准备好，等待 BUSY 为高电平。
- 3) 用户发送串口数据。
- 4) 串口分帧超时（如果用户一次传输的数据包小于当前 LoRaWAN 最大数据包限制）
- 5) 模块发送空口数据（上行），如果是 Confirm 帧，如果发送失败，模块自动重发。
- 6) 如果服务器端有下行数据或者当前是 Confirm 帧，则模块会接收到空口数据
- 7) 用户等待 BUSY 信号为高电平，模块完成空口数据（上行与下行）处理。如果本次通信数据出现异常，则 STAT 引脚输出为低，指示用户有异常。用户可进入指令模式，通过 AT+STATUS? 等查询相关寄存器，获取更详细的状态信息。如果无异常，STAT 引脚保持为高电平。
- 8) 如果服务器有下行数据，则模块首先完成数据解析，然后在 Td 时间（Td 缺省为 0）后，通过串口发送给用户。

9) 一次用户数据交互完成。用户根据需要，比如关闭模块，让模块重新进入休眠。

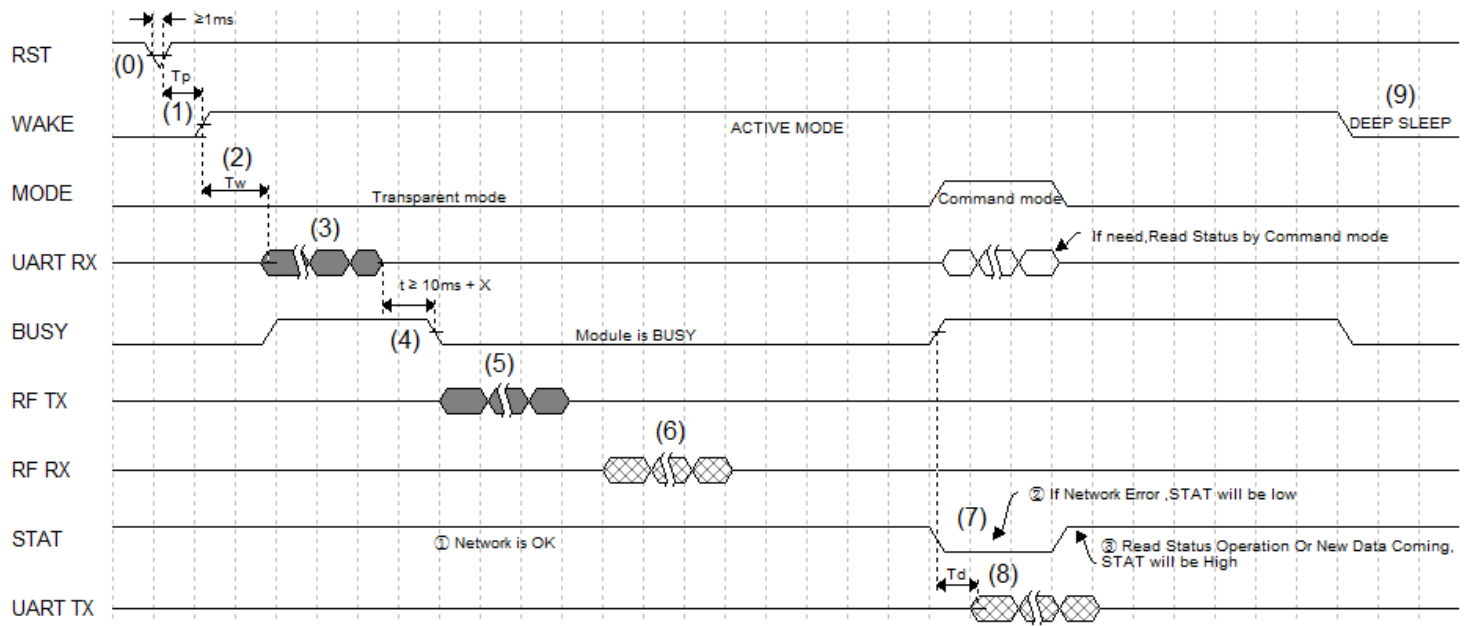


图 3.7 模块透传模式的工作时序

6 AT命令集

命令集细分为系统命令与 MAC 命令。

系统命令主要配置串口、保存、恢复出厂参数等上层应用参数，MAC 命令主要配置

LoRaWAN 相关的网络参数等。

注1：如下说明中，“响应1、2...”中可能出现的具体数值，仅供示例参考。

6.1 系统命令

6.1.1 设置串口波特率

设置串口波特率		
描述	<ul style="list-style-type: none"> 该命令设置透传模式下的串口波特率. 执行该设置后，用户从指令模式切换到透传模式后，将立即生效 命令模式下的串口配置固定为9600N81，无校验 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令 	
命令	AT+BAUD=X1	X1为透传模式下支持的波特率，出厂值：9600，取值范围：1200\2400\ 4800\ 9600\ 19200\ 38400\57600\ 115200
响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	命令参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+BAUD=9600 OK	设置模块透传模式下的串口波特率为9600bps

6.1.2 读取串口波特率

读取串口波特率		
描述	该命令读取透传模式下的串口波特率	
命令	AT+BAUD?	返回透传模式使用的波特率设置，有效范围：1200\2400\ 4800\ 9600\ 19200\ 38400\ 115200
响应1	+BAUD: X1 OK	读取成功, 返回结果
响应2	ERROR	未知错误

示例	AT+BAUD?	模块透传模式的串口波特率为9600
	+BAUD: 9600	
	OK	

6.1.3 设置串口分帧时间

设置串口时间

描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置透传模式下的接收超时时间（分帧间隔Tg）与串口的发送迟滞时间Td。◆ 串口分帧间隔Tg，默认最小值为10ms，允许用户根据应用设置增加串口接收分帧间隔◆ 串口的发送迟滞时间Td，默认为0，允许用根据应用设置迟滞时间◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令	
命令	格式1： AT+TIMEOUT=X1	X1为串口接收分帧间隔Tg, 单位: 1/2048s，出厂值为0 (Tg最小值固定为10ms)，取值范围0~65535,
	格式2： AT+TIMEOUT=X1, X2	X2为串口延时给用户发送数据的时间Td, 单位为ms，默认值为0，有效范围：0~255
响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	命令参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+TIMEOUT=20 OK	串口分帧超时时间Tg=（10ms+~10ms）=20ms
示例2	AT+TIMEOUT=0, 10 OK	串口分帧超时时间Tg=10ms (缺省最小值) 串口发送迟滞时间Td=10ms

6.1.4 读取串口分帧时间

读取串口接收

描述	该命令读取透传模式下的接收分帧间隔Tg与串口发送迟滞时间Td	
命令	AT+TIMEOUT?	返回串口接收分帧间隔Tg与串口延时给用户发送数据的迟滞时间Td
响应1	+TIMEOUT: X1, X2 OK	读取成功。返回结果
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+TIMEOUT? +TIMEOUT: 0, 0	串口分帧超时时间Tg=10ms (缺省最小值) 串口发送迟滞时间Td=0

OK

6.1.5 设置 RTC 时间

设置RTC时间

描述 ◆ 该命令设置模块的RTC时间

◆ RTC需要在模块不掉电的情况下才能有效运行

命令 AT+RTC=X1, X2...X6

X1, X2...X6 为RTC时间，时间格式如下：

年	月	日	时	分	秒
X-2000	1-12	1-31	0-59	0-59	0-59

响应1 OK 设置成功。

响应2 BAD PARM 参数错误

响应3 ERROR 未知错误

示例 AT+RTC=16, 03, 25, 00, 00, 00 设置年、月、日、时、分、秒
OK

6.1.6 读取 RTC 时间

读取RTC时间

描述 该命令读取模块的RTC时间

命令 AT+RTC?

返回RTC时间X1, X2...X6

年	月	日	时	分	秒
X-2000	1-12	1-31	0-59	0-59	0-59

响应1 +RTC: X1, X2...X6 读取成功。返回结果
OK

响应2 ERROR 未知错误

示例 +RTC:16 03 25 00 00 00 当前RTC
OK

6.1.7 设置系统参数 SYSTEM

设置RTC时间

描述 该命令配置模块杂项 (MISC) 功能，比如回显等功能

命令	AT+SYSTEM=X1	X1 回显功能, 出厂值为0
	或者	0 - 关闭回显
	AT+SYSTEM=X1, X2, X3, X4, X5,	1 - 开启回显
	X6	X2 保留, 设置为0
		X3 对Class C设备, 是否使能Class c自动应答下行确认帧, 出厂值为1
		0 - 不使能
		1 - 使能
		X4 保留, 设置为1
		X5 保留, 设置为1
		X6 网络连续通信异常监测阈值。有效值: 1~254, 默认为32。仅对确认帧有效。如果模块通信连续失败次数达到这个值, 则模块会自动重启JOIN过程。
响应1	OK	设置成功。
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+SYSTEM=1	开启模块回显功能
	OK	

6.1.8 读取系统参数 SYSTEM

读取系统参数		
描述	该命令查看当前系统配置	
命令	AT+SYSTEM?	
响应1	+SYSTEM: X1, X2...X5	读取成功。返回结果, 详细参数说明同6.1.7
	OK	
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+SYSTEM?	当前模块系统配置, 开启日志输出功能
	+SYSTEM: 1, 0, 1, 1, 0, 0	
	OK	

6.1.9 设置 IO 口状态

设置IO口状态

描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 扩展功能，针对P0、P1、P2、P3有效。◆ 当前一种可能的扩展功能。◆ 该指令当前不可读	
命令	AT+GPIO=pin, state	设置IO口状态（输出高\输出低） pin: 0 表示 P0 1 表示 P1 2 表示 P2 3 表示 P3 255 表示 P0 P1 P2 P3 state 1 输出高 0 输出低
响应1	OK	设置成功。
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+GPIO=0, 1 OK	设置P0为高电平

6.1.10 设置外设 PERIPH

设置模块外设功能

描述	◆ 该命令用于设置P0~P3为指定外设的功能引脚	
命令	AT+PERIPH=X1, X2	X1为外设功能选择。 1 - LED指示 若X1 = 1, 则 X2 设置开启或者关闭LED指示功能（输出脉冲信号），用于指示指示模块一次数据发送与接收的过程。出厂值为0。 0 - 关闭。 1 - 使能。 P1默认为输出高电平，每次发送完成后，P1输出25ms的低电平脉冲。 P2默认为输出高电平，每次接收完成后，P2输出25ms的低电平脉冲。

响应1	OK	设置成功。
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+PERIPH=1, 1 OK	使能LED指示功能。 每次发送完成后, P1输出25ms的低电平脉冲。每次接收完成后, P2输出25ms的低电平脉冲

6.1.11 读取版本 VER

读取版本														
描述	该命令返回产品版本号													
命令	AT+VER?	读取版本号												
		返回硬件版本+固件版本+时间版本												
		硬件版本：1Byte，区分硬件，比如0x01												
		固件版本： X.Y.Z.												
		(major.minor.build)												
		<table><tr><td>X</td><td>Y</td><td>Z</td></tr><tr><td>01</td><td>00</td><td>00</td></tr></table>	X	Y	Z	01	00	00						
X	Y	Z												
01	00	00												
		时间版本												
		<table><tr><td>月</td><td>日</td><td>年</td><td>时</td><td>分</td><td>秒</td></tr><tr><td>英文缩写</td><td>1-31</td><td>当前年</td><td>0-23</td><td>0-59</td><td>0-59</td></tr></table>	月	日	年	时	分	秒	英文缩写	1-31	当前年	0-23	0-59	0-59
月	日	年	时	分	秒									
英文缩写	1-31	当前年	0-23	0-59	0-59									
响应1	+VER: Y1	读取成功，返回结果												
	OK	Y1 为当前固件版本												
示例	AT+VER?	当前固件版本												
	+VER: LoRaWAN1.0.1 CLAA.02													
	01.00.01 Aug 24 2016													
	16:41:24													
	OK													

6.1.12 系统复位 RESET

系统复位

描述	该命令复位模块	
	系统重启后，模块自动装载EERPOM中的配置参数，并运行	
命令	AT+RESET	执行命令
示例	AT+RESET	软件复位系统
响应1	OK	设置成功，
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+RESET	设置成功，系统随后立即启动复位
	OK	

6.1.13 恢复出厂设置 FACTORY

恢复出厂设置		
描述	该命令擦除用户对模块的参数配置，恢复模块配置参数为出厂值，并重启模块	
命令	AT+FACTORY	执行命令
响应1	OK	设置成功
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+FACTORY	恢复出厂设置成功，并重启模块
	OK	

6.1.14 空命令 NOP

读取JOIN信息		
描述	该命令可以用于测试模块与用户MCU的串口通信是否正常	
命令	AT	NOP命令
响应1	OK	设置成功
响应2	无响应	未知错误，比如串口通信异常
示例	AT	串口通信正常
	OK	

6.1.15 参数 SAVE

SAVE保存配置参数		
描述	◆ 该命令保存配置参数到内部EERPOM	
	◆ 若用户修改网络相关参数，在用户执行AT+RESET命令后，模块将使用新的配置参数进行网络初始化与运行	

◆ 该命令首次执行的时候，可能会消耗较多时间，最大~750ms

命令	AT+SAVE	执行命令
响应1	OK	执行完成
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+SAVE OK	保存成功

6.2 MAC命令

6.2.1 设置上行传输类型(un)CONFIRM

设置上行链路（upLink）传输类型

描述	<p>◆ 该命令设置上行链路的传输类型</p> <p>◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令</p>	
命令	AT+CONFIRM=X1 或者 AT+CONFIRM=X1, X2 或者 AT+CONFIRM=X1, X2, X3	<p>X1为上行链路的传输类型, 出厂值为0, 取值范围:</p> <p>0 - UnConfirmed message, 服务器不会应答上行数据包</p> <p>1 - Confirmed message, 服务器会应答上行数据包</p> <p>X2为重发次数, 该参数设置与AT+NBTRIAIS功能相同。可选参数。</p> <p>X3为帧功能配置, 可选参数。</p> <p>Bit0 : 0 - 不使能模块自动应答下行确认帧功能 1 - 模块对下行确认帧立即ACK</p> <p>Bit1 ~BIT7:保留</p>
响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+CONFIRM=1 OK	设置上行帧为Confirm（确认）帧

6.2.2 读取上行传输类型(un)CONFIRM

读取上行链路（upLink）传输类型

描述	◆ 该命令读取上行链路的传输类型	
命令	AT+CONFIRM?	读取上行帧类型（Confirm or Unconfirm）

响应1	+CONFIRM:X1 OK	读取成功。返回结果
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+CONFIRM? +CONFIRM:1 OK	模块当前帧传输类型为Confirm帧

6.2.3 设置激活模式 OTAA

设置设备的激活模式

描述	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 该命令用于设置加入网络的激活模式 ◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令 ◆ 2.19.X及后续版本，默认开启热启动功能，以支持CLAA1.3.7规范 	
命令	AT+OTAA=X1,<X2>,<X3>,<X4>	<p>X1为激活类型,出厂值为1,取值范围:</p> <p>0 - ABP激活</p> <p>1 - OTAA激活</p> <p>X2为是否使能热启动,该参数为可选参数,出厂值为1</p> <p>0 - 不使能热启动</p> <p>1 - 使能热启动</p> <p>X3 保留</p> <p>X4 保留</p>
响应1	OK	设置成功.如示例说明
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+OTAA=1 OK	设置为OTAA激活
示例2	AT+OTAA=1,0 OK	设置为OTAA激活,关闭热启动
示例3	AT+OTAA=1,1 OK	设置为OTAA激活,开启热启动

6.2.4 读取激活模式 OTAA

读取设备的激活模式		
描述	该命令读取设备的激活模式	
命令	AT+OTAA?	读取设备的激活模式。
响应1	+OTAA: X1, X2, X3, X4 OK	读取成功。返回结果。详细参数说明见6.2.3
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+OTAA? +OTAA: 1, 0, 1, 1 OK	模块当前为OTAA激活方式，不使能热启动
示例2	AT+OTAA? +OTAA: 1, 1, 1, 1 OK	模块当前为OTAA激活方式，并使能了热启动

6.2.5 设置 DEVEUI

读取模块的 DevEUI								
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置DevEUI。◆ DevEUI 为全网唯一的设备标识符. 类似MAC地址的意义◆ 用户根据实际情况设置DevEUI							
命令	AT+DEVEUI= X1n, X2, <X3>	<p>X1n为DevEUI, 16进制格式: X1 X2 X3...X8, 取值8字节， CLAA DevEUI定义如下所示</p> <table><tr><th>OUI</th><th>制造商识别号</th><th>制造商序列号</th></tr><tr><td>3 Byte</td><td>2 Byte</td><td>3 Byte</td></tr></table> <p>OUI是由电器和电子工程师协会(IEEE)分配的组织唯一标识符，当前为中兴公司在IEEE申请的OUI (0x004A77) 制造商识别号为CLAA编号。 制造商序列号为厂商自己定义。</p> <p>X2为校验值，固定 X3为是否立即保存到EEPROM</p> <p>0 - 执行SAVE后，保存到EEPROM 1 - 立即保存到EEPROM</p>	OUI	制造商识别号	制造商序列号	3 Byte	2 Byte	3 Byte
OUI	制造商识别号	制造商序列号						
3 Byte	2 Byte	3 Byte						

响应1	OK	设置成功. 如示例说明
响应2	ERROR	未知错误
示例1	AT+DEVEUI= 00 4A 77 00 66 00 00 01, D3 91 01 02 20 10 28 16 OK	设置模块DEVEUI为 0x00, 0x4A, 0x77, 0x00, 0x66, 0x00, 0x00, 0x01
示例2	AT+DEVEUI= 00 4A 77 00 66 00 00 01, D3 91 01 02 20 10 28 16, 1 OK	设置模块DEVEUI为 0x00, 0x4A, 0x77, 0x00, 0x66, 0x00, 0x00, 0x01, 并 立即保存到EEPROM

6.2.6 读取 DEVEUI

读取模块的 DevEUI		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令读取DevEui, 设备端固化。◆ DevEUI为全网唯一的设备标识符. 类似MAC地址的意义	
命令	AT+DEVEUI?	读取DevEUI, 返回Y1, X2, ...X8, 16进制格式, 取值8字节, 详细说明见“设置DEVEUI”
响应1	+DEVEUI: X1, X2, ...X8 OK	读取成功. 返回结果
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+DEVEUI? +DEVEUI: 00 4A 77 00 66 00 00 01 OK	模块DEVEUI为 0x00, 0x4A, 0x77, 0x00, 0x66, 0x00, 0x00, 0x01

6.2.7 设置 APPEUI

设置 AppEUI					
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置应用服务标识符。◆ 该参数修改后, 若需要掉电存储, 需要执行SAVE指令				
命令	AT+APPEUI= X1 X2...X8	X1 X2...X8为全网唯一的应用标识符. 服务器分配, 用于区分具体应用, 比如水表采集、传感器采集、灯类控制等等, 数据格式为16进制, 取值8个字节: CLAA AppEUI命名规则如下所示:			
<table><tr><th>应用类别</th><th>应用地域</th><th>应用编号</th></tr></table>			应用类别	应用地域	应用编号
应用类别	应用地域	应用编号			

		3 Byte	2 Byte	3 Byte
响应1	OK	设置成功		
响应2	BAD PARM	参数错误		
响应3	ERROR	未知错误		
示例	AT+APPEUI= FF FF FE 00 00 00 00 01	设置APPEUI为0xFF, 0xFF, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01		

6.2.8 读取 APPEUI

读取 AppEUI		
描述	该命令读取应用标识符	
命令	AT+APPEUI?	返回值X1 X2...X8, 描述同“设置AppEUI”，数据格式为16进制，取值8个字节
响应1	+APPEUI: X1 X2...X8 OK	读取成功，则返回AppEUI
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+APPEUI? +APPEUI: FF FF FE 00 00 00 00 01 OK	模块AppEUI为0xFF, 0xFF, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01

6.2.9 设置 DEVADDR

设置 DevAddr		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置DevAddr，取值4个字节。◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令。◆ 该命令仅用于对ABP激活方式。	
命令	AT+DEVADDR= X1 X2 X3 X4	<p>X1, X2, X3, X4为LoRaWAN全网唯一的设备地址，取值：0x00000000~0xffffffff，高字节在前，数据格式为16进制，取值4个字节</p> <p>DevAddr根据入网激活方式，区分两种情况：</p> <ol style="list-style-type: none">1、通过本地激活的节点（ABP），必须设置devaddr。2、通过空中激活（OTAA）方式，无需设置devaddr，一旦成功JOIN LoRaWAN网络，该参数会被自动重写（服务器分配）。

响应1	OK	设置成功.
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+DEVADDR=FF 00 00 01 OK	设置模块DEVADDR为0xFF000001

6.2.10 读取 DEVADDR

读取 DevAddr		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令读取DevAddr◆ 该命令对OTAA与ABP都有效	
命令	AT+DEVADDR?	读取设备地址，返回具体DevAddr值，数据格式为16进制，取值4个字节
响应1	+DEVADDR: X1 X2 X3 X4 OK	读取成功。返回结果 X1 X2 X3 X4 为DEVADDR值
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+DEVADDR? +DEVADDR: FF 00 00 01 OK	模块DEVADDR为0xFF000001

6.2.11 设置 APPKEY

设置 AppKey		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ AppKey只用于OTAA激活方式。取值16个字节。◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令。◆ 出于安全性考虑，建议用户使用“密钥不可见模式”，用户在前期调试阶段可以根据需要，选择使用“密钥可见模式”。	
命令	AT+APPKEY= X1n, <X2>	X1n为用户加密根密钥，数据格式X1 X2...X16, 16进制。取值16个字节。 X2 为可选参数，设置密钥是否可读，该参数设定后，同时对APPKEY\NWKSKEY\APPSKEY有效，出厂值为0 0 - 密钥不可读模式 1 - 密钥可读模式，用户可以通过AT指令读取相关密钥
响应1	OK	设置成功

响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+APPKEY= 2B 7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C	设置APPKEY为0x2B 0x7E 0x15 0x16 0x28 0xAE 0xD2 0xA6 0xAB 0xF7, 0x15 0x88 0x09 0xCF 0x4F 0x3C, Y1 使用缺省值
示例2	AT+APPKEY= 2B 7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C, 1	设置APPKEY, 密钥可读模式
示例3	AT+APPKEY= 2B 7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C, 0	设置APPKEY, 密钥不可读模式

6.2.12 读取 APPKEY

读取 AppKey		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令只用于OTAA激活方式（ABP方式无该参数）◆ 该命令只对” 密钥可读模式” 有效	
命令	AT+APPKEY?	返回应用密钥值: X1 X2...X16, 数据格式为16进制。取值16个字节.
响应1	+APPKEY: X1 X2...X16 OK	读取成功, 返回结果
响应2	ERROR	未知错误。或者模块处于“密钥不可见模式”
示例	AT+APPKEY? +APPKEY: 2B 7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C OK	如果配置了模块为密钥可读模式, 则返回模块当前应用密钥为0x2B 0x7E 0x15 0x16 0x28 0xAE 0xD2 0xA6 0xAB 0xF7, 0x15 0x88 0x09 0xCF 0x4F 0x3C

6.2.13 设置 APPSKEY

设置AppSKey		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置AppSKey◆ AppSKey只用于ABP激活方式。取值16个字节。◆ 该参数修改后, 若需要掉电存储, 需要执行SAVE指令	
命令	AT+APPSKEY= X1 X2...X16	设置应用会话密钥。16个参数。X1, X2...X16为Application

session key, 数据格式为16进制。

响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+APPSKEY = 2B 7E 15 16 28 AE 设置APPSKEY为0x2B 0x7E 0x15 0x16 0x28 0xAE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 0xD2 0xA6 0xAB 0xF7, 0x15 0x88 0x09 0xCF 0x4F 0x3C OK	

6.2.14 读取 APPSKEY

读取 AppSKey

描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令读取AppSKey◆ 该命令可用于OTAA与ABP◆ 该命令只对”密钥可见模式”有效	
命令	AT+APPSKEY?	读取应用会话密钥。 X1 X2...X16为Application session key, 数据格式为16进制。取值16个字节。
响应1	+APPSKEY: X1 X2...X16	读取成功。返回结果
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+APPSKEY? +APPSKEY: 2B 7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C OK	

6.2.15 设置 NWKSEY

设置 NwkSKey

描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置NwkSKey。◆ NwkSKey只用于ABP激活方式。取值16个字节。◆ 该参数修改后, 若需要掉电存储, 需要执行SAVE指令。	
命令	AT+NWKSEY=X1 X2...X16	设置NWK会话密钥。X1, X2...X16为network session key, 数据格式为16进制。取值16个字节。
响应1	OK	设置成功

响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+NWKSKEY = 2B 7E 15 16 28 AE 设置NWKSKEY为0x2B 0x7E 0x15 0x16 0x28 0xAE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 0xD2 0xA6 0xAB 0xF7, 0x15 0x88 0x09 0xCF 0x4F 0x3C	

6.2.16 读取 NWKSKEY

读取 NwkSKey		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令读取NwkSKey◆ 该命令可用于OTAA与ABP◆ 该命令只对”密钥可见模式”有效	
命令	AT+NWKSKEY?	读取NWK密钥，数据格式为16进制。取值16个字节。
响应1	+NWKSKEY: X1 X2...X16	读取成功。返回结果
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+NWKSKEY? +NWKSKEY: 2B 7E 15 16 28 AE D2 如果配置了模块为密钥可读模式，则返回当前的NwkSkey A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 值为0x2B 0x7E 0x15 0x16 0x28 0xAE OK 0xD2 0xA6 0xAB 0xF7, 0x15 0x88 0x09 0xCF 0x4F 0x3C	

6.2.17 设置 ADR

设置 ADR使能		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置使能\失能ADR (Adaptive data rate) 机制。◆ 模块ADR功能开启后，ADR状态位体现在上行帧中，以便通知服务器。ADR使能后，服务器将根据当前网络状态，优化节点的速率与功率。◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令	
命令	AT+ADR=X1, <X2>, <X3>, <X4>	<p>X1为ADR使能控制，出厂值为1</p> <p>0 - ADR不使能</p> <p>1 - ADR使能</p> <p>X2为ADR_ACK_LIMIT，出厂值为64。可选参数</p> <p>X3为ADR_ACK_DELAY，出厂值为32。可选参数</p> <p>X4为非确认帧掉网机制阈值，出厂值为32。可选参数</p> <p>0 - 关闭非确认帧掉网检测</p> <p>非0 - 开启非确认帧掉网检测机制，若模块速率调整到SF12后，且连续X4次没有接收到服务器对</p>

ADRAckReq的下行回复，则判定为掉网，取值范围0~255.

响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+ADR=1 OK	开启ADR功能

6.2.18 读取 ADR

读取ADR使能

描述	◆ 该命令读取ADR使能控制	
命令	AT+ADR?	读取ADR使能控制
响应1	+ADR: X1, X2, X3, X4 OK	读取成功。返回结果，详细说明见“读取ADR”
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+ADR? +ADR: 1, 64, 32, 32 OK	模块当前开启ADR功能，ADR_ACK_LIMIT=64, ADR_ACK_DELAY=32，非确认帧掉网机制阈值为32

6.2.19 设置 PORT

设置PORT

描述	◆ 该命令设置端口号[PORT]， ◆ 对于LoRaWAN透传模块，建议采用缺省值。用户不需要设置该参数。 ◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令	
命令	AT+PORT=X1	X1为所使用port, 数据格式为16进制, 出厂值为0x0A, 取值范围：0x15~0xDF 注1：Port:0x00 LoRaWAN的MAC命令 注2：0x01~0x14为CLAA保留使用，用户不可使用 注3：CLAA规范中，透传模块固定为0x0A
响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	参数错误

响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+PORT=20 OK	设置应用端口为0x20

6.2.20 读取 PORT

读取PORT		
描述	◆ 读取port端口号，数据格式为16进制	
命令	AT+PORT?	返回值如“设置PORT”
响应1	+PORT:X1 OK	读取成功。返回结果
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+PORT? +PORT:0A OK	模块当前PORT为0x0A

6.2.21 设置 CSQ

设置查询CSQ的频率\信道\全信道		
描述	◆ 该命令设置模块对指定信道（或者信道表）执行一次RSSI扫描 ◆ 参数X1分为三种格式可选，分别为频率\信道\全信道 ◆ CSQ结果通过执行AT+CSQ?获得	
命令	AT+CSQ=X1	格式1： X1为频率，单位为Hz，取值范围： 433000000~525000000。 格式2： X1也可以为信道，取值范围：0~80。 (注：信道的实际最大值取决于当前CLAA模式) 格式3： X1设置为-1，则表示执行一次全信道扫描。 注意模块在不同CLAA模式下，信道数不同，以模块实际所处模式为准
响应1	OK	设置成功

响应2	BAD PARM	命令参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+CSQ=482300000 OK	设置查询频率为482300000的RSSI
示例2	AT+CSQ=1 OK	设置查询信道1的RSSI
示例3	AT+CSQ=-1	设置执行一次全信道扫描。

6.2.22 读取 CSQ

读取CSQ		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令执行后，会对指定信道进行一次信号质量强度检测。◆ 该命令返回的是当前环境的RSSI◆ 该命令根据“设置CSQ”参数设置，返回两种正确的响应结果	
命令	AT+CSQ?	返回所选信道当前的RSSI，单位dBm。返回值格式取决于“设置CSQ信道”命令。
响应1	+CSQ: [X1]: Y2 OK	读取成功，如果执行AT+CSQ=X1，返回当前信道X1的RSSI X1 为频率值，单位Hz，或者信道值 Y2 为RSSI值，单位dBm
响应2	+CSQ: [0]: Y1, [1]: Y2, [2]: Y3, [3]: Y4, ... OK	读取成功， 如果执行AT+CSQ=-1，则返回模块所有允许信道的当前RSSI，单位dBm
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+CSQ? +CSQ: [482300000]: -122 OK	执行AT+CSQ=482300000后，AT+CSQ?则返回当前频点482300000的RSSI
示例2	AT+CSQ? +CSQ: [0]: -122 OK	执行AT+CSQ=0后，AT+CSQ?则返回当前信道0的RSSI
示例3	AT+CSQ?	执行AT+CSQ=-1后，AT+CSQ?则返回当前模块所有允许信道

```
+CSQ:                                的RSSI

[0]: -123,
[1]: -118,
[2]: -122,
[3]: -122,
...
OK
```

6.2.23 设置设备类型 CLASS

设置设备类型

- 描述**
- ◆ 该命令设置模块的设备类型
 - ◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令

命令 AT+CLASS=X1 X1为设备类型, 出厂值为0, 取值范围:

0 - Class A

2 - Class C

响应1 OK 设置成功

响应2 BAD PARM 参数错误

响应3 ERROR 未知错误

示例 AT+CLASS=0 设置设备类型为Class A

OK

6.2.24 读取设备类型 CLASS

读取设备类型

描述 读取设备类型

命令 AT+CLASS? 返回模块的设备类型

0 - Class A

2 - Class C

响应1 +CLASS:X1 读取成功. 返回结果

OK

响应2 ERROR 未知错误

示例 AT+CLASS? 当前模块设备类型为CLASS A

+CLASS:0

OK

6.2.25 设置发送功率 POWER

设置发送功率

- 描述**
- ◆ 该命令设置模块的发送功率。
 - ◆ 注意如果开启ADR功能，模块在运行过程中，服务器会根据ADR机制动态调整模块的发送功率
 - ◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令

命令	AT+POWER=X1	X1为发送功率大小, 出厂值为0, 取值范围:
		0 - 19dBm 1 - 17dBm 2 - 16dBm 3 - 14dBm 4 - 12dBm 5 - 10dBm 6 - 7dBm 7 - 5dBm 8 - 2dBm

响应1	OK	设置成功
------------	----	------

响应2	BAD PARM	参数错误
------------	----------	------

响应3	ERROR	未知错误
------------	-------	------

示例	AT+POWER=0	设置设备发送功率为最大功率（19dBm）
	OK	

6.2.26 读取发送功率 POWER

读取发送功率

描述	读取模块的当前发送功率
-----------	-------------

命令	AT+POWER?	返回模块当前的功率值. 详细说明见“设置发送功率POWER”
-----------	-----------	--------------------------------

响应1	+POWER:X1	读取成功. 返回结果
	OK	

响应2	ERROR	未知错误
------------	-------	------

示例	AT+POWER?	当前模块功率为20dBm
-----------	-----------	--------------

+POWER:0

OK

6.2.27 设置通信速率 DATARATE

设置模块的通信速率

描述 该命令设置模块的通信速率，该命令只有在关闭ADR的情况下，有效
该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令

命令 AT+DATARATE=X1 X1为速率值，出厂值为3，取值范围：

- 0 - SF12, BW125
- 1 - SF11, BW125
- 2 - SF10, BW125
- 3 - SF9, BW125
- 4 - SF8, BW125
- 5 - SF7, BW125

响应1 OK 设置成功

响应2 BAD PARM 参数错误

响应3 ERROR 未知错误

示例 AT+ DATARATE =0 设置模块通信速率为SF12, BW125
OK

6.2.28 读取通信速率 DATARATE

读取通信速率

描述 读取模块通信速率

命令 AT+DATARATE? 返回模块当前通信速率与缺省速率

响应1 +DATARATE: X1, X2, X3, Y1, Y2 读取成功. 返回结果

OK

X1: 当前速率

X2: 出厂使用的缺省速率

X3: 当前设备的速率范围。高四位为最小速率，低四位为最大速率。

Y1: 保留

Y2: 保留

响应2 ERROR 未知错误

示例 AT+DATARATE? 模块当前速率为DR0 (SF12, BW125)，缺省速率为DR3 (SF9，

+Datarate:0, 3, 50

BW125), 速率范围DR0~DR5

OK

速率范围为DR0~DR5

6.2.29 设置 Status_Output_Reg

设置Status_Output_Reg

描述	◆	该命令配置模块是否在发送给用户MCU的数据包中, 增加状态信息输出
	◆	该参数修改后, 若需要掉电存储, 需要执行SAVE指令
	◆	使用该命令设置的参数当前不可读
命令	AT+STATUS=X1, X2	X1为Status_Output_Reg的功能索引 X2的值定义跟功能索引有关, 如表6-2-1所示:
响应1	OK	设置成功。
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例1	AT+STATUS=1, 1	使能用户数据长度输出, 模块发送的串口数据=长度+用户数据
示例2	AT+STATUS=2, 1	使能Status_Output_Reg1输出
示例3	AT+STATUS=2, 2	使能Status_Output_Reg1+Status_Output_Reg2输出

表6-2-1 Status_Output_Reg的功能索引

X2	参数	描述
1	0 - 关闭	串口长度指示 (UART_LEN_IND), 出厂值为0。
	1 - 使能	使能该功能后, 模块每接收到一个有效的空口下行数据 (用户数据) 后, 串口发送给用户数据=长度字节+用户数据
2	0 - 无	该参数用于配置是否输出相关Status_Output_Reg, 出厂值为0。
	1 - 1 Byte	配置该功能后, 模块每次接收并处理完用户数据后, 模块串口发送给用户数据格式: 用户数据+[n]状态字节 {n=0, 1, 2}。
	2 - 3 Byte	状态字节具体含义如表4-6所示。

6.2.30 读取 Comm_Status_Reg

读取状态寄存器

描述	该命令读取模块的Comm_Status_Reg信息	
	AT+STATUS?返回值包含上行结果与下行结果部分内容	
命令	AT+STATUS?	返回模块通信状态信息。详细见表6-2-2
响应1	+STATUS0:Y0,Y1...Y39	读取状态成功。

OK		
响应2	ERROR	未知错误

每次模块完成一次数据服务后，模块更新通信状态寄存器值（Comm_Status_Reg），
模块返回的状态信息如表 6-2-2 所示

表 6-2-2 模块 Comm_Status_Reg

寄存器Offset	寄存器名	字节	描述
0	当前通信结果	1	当前上行结果 00 - 无数据操作 01 - 数据发送中 02 - 数据发送失败 03 - 数据发送成功 04 - JOIN成功（仅出现在首次JOIN过程中） 05 - JOIN失败（仅出现在首次JOIN过程中） 06 - 网络可能异常 07 - 发送数据成功，无下行 08 - 发送数据成功，有下行
1	上行信道	1	本次上行所使用的信道
2	上行速率	1	本次上行所使用的速率
3	上行功率	1	本次上行所使用的功率
4	下行信道	1	本次下行所使用的信道
5	下行速率	1	本次下行所使用的速率
6	RFU	1	保留
7	RXSLOT	1	本次下行的接收窗口
8	PORT	1	本次下行PORT
9	RFU	1	保留
10	RFU	1	保留
11	SNR	1	本次下行的SNR，补码表示。 i.e.: SNR = +6dB, 则 Data[11] = 0x06 i.e.: SNR = -1dB, 则 Data[11] = 0xFF
128	RFU	1	保留
13~14	RSSI	2	本次下行的RSSI，补码表示。仅低字节有效, 高字节保留

			i. e. :RSSI = -87dBm, 则 Data[13] = 0xA9, Data[14]=保留
15~18	下行计数值	4	记录服务器侧下行的次数
19~20	剩余字节数	2	模块内存中待发送的上行数据
21~22	Confirm帧重发次数	2	针对Confirm帧, 当前是第几次重发
23~26	RFU	4	保留
27	RFU	1	保留
28~31	RFU	4	保留
32~35	RFU	4	保留
36~39	上行计数值	4	记录模块的上行次数

6.2.31 设置 JOIN

设置JOIN信息		
描述	该命令配置JOIN相关参数	
命令	AT+JOIN=X1,<X2>,<X3>,<X4>	<p>X1 表示执行JOIN操作, X1取值范围:</p> <p>1 - 清除JOIN上下文, 用户重启模块后, 模块将开始新的JOIN过程。对于使能热启动的模块, 执行该操作会清除保存的JOIN上下文参数。</p> <p>6 - 立即JOIN。连接丢失下, 执行该操作后, 模块开始JOIN, 如果JOIN失败, 模块使用之前入网上下文参数来进行数据通信。</p> <p>X2 表示是否使能自动JOIN功能。出厂值为1, X2取值范围:</p> <p>0 - 关闭自动JOIN</p> <p>1 - 自动JOIN。模块进入透传模式后, 自动启动JOIN。</p> <p>X3 表示JOIN周期, X3取值范围: 11~255, 单位为s。</p> <p>出厂缺省值: 11。</p> <p>X4 表示JOIN最大尝试次数, X4取值范围: 1~256。</p> <p>出厂缺省值: 176。(如果是单模模式, 建议最大尝试次数设置为每种模式一轮扫描次数的整数倍)</p>
响应1	OK	设置成功
响应2	ERROR	未知错误
示例1	AT+JOIN=1	清除上下文参数
	OK	

示例2	AT+JOIN=1, 1 OK	清除上下文参数, 使能自动JOIN
示例3	AT+JOIN=1, 1, 15 OK	清除上下文参数, 使能自动JOIN, JOIN周期为15s
示例4	AT+JOIN=1, 1, 15, 27 OK	清除上下文参数, 使能自动JOIN, JOIN周期为15s, JOIN最大尝试次数为27

6.2.32 读取 JOIN 信息

读取JOIN信息		
描述	该命令读取JOIN信息	
命令	AT+JOIN?	<p>读取JOIN信息Y1, Y2...Y12</p> <p>Y1表示当前JOIN结果:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 模块未入网 1 - 模块已入网 <p>Y2 表示是否使能自动JOIN</p> <p>Y3 保留</p> <p>Y4 表示单次JOIN周期, 单位为s</p> <p>Y5 表示JOIN最大尝试次数</p> <p>Y6 当前JOIN信道, 0xFF为无效值</p> <p>Y7 JOIN退避模式</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 连续JOIN, 无退避 1 - 保留 2 - 按照JOIN退避周期, 指数退避 <p>Y8 进入连接丢失后, 模块Rejoin时间间隔, 单位为s</p> <p>Y9 JOIN退避周期, 当Y7=1时, 有效</p> <p>Y10 保留, 缺省为1</p> <p>Y11 设备连接状态</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 未连接 1 - 连接 2 - 连接丢失 <p>Y12 表示当前为第几次发送JOIN请求, 该参数动态变化</p>
响应1	+JOIN: Y1, X2, X3... X4, Y5, Y12 OK	读取成功。返回结果

响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+JOIN? +JOIN: 1, 1, 1, 11, 1000, 30, 2, 3600, 180, 1, 2, 10 OK	表示模块在第10次join, 成功加入网络, 对应的join信道为30

6.2.33 设置 Link Check

设置 Link Check								
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该功能可以用来检测网络无线链路质量，类似以太网中的ping功能。◆ 该命令在模块成功join网络后，才有效◆ 如果X1=1, 该命令执行成功后，会先后产生两条响应							
命令	格式1： AT+LINK CHECK=X1	X1 为Link Check使能控制，出厂值为0 1 - 执行一次Link Check 2 - 模块自动在每次上行数据包中携带linkcheck命令						
响应1	<table><tr><td colspan="2">若X1=1</td></tr><tr><td>第一条 响应</td><td>OK</td></tr><tr><td>第二条 响应</td><td>+LINK INFO:Y0, Y1, Y2, Y3, Y4</td></tr></table>	若X1=1		第一条 响应	OK	第二条 响应	+LINK INFO:Y0, Y1, Y2, Y3, Y4	返回OK, 设置成功. 若X1=1，等待一段时间后，会返回第二条响应信息： Y0 表示Link Check结果 0 - 表示本次Link Check执行成功 非0 - 表示本次Link Check执行失败 Y1 为 DemodMargin Y2 为 NbGateways Y3 为 本次下行的RSSI Y4 为 本次下行的SNR
若X1=1								
第一条 响应	OK							
第二条 响应	+LINK INFO:Y0, Y1, Y2, Y3, Y4							
响应2	BAD PARM	参数错误						
响应3	ERROR	未知错误						
示例1	AT+LINK CHECK=1 OK +LINK INFO:OK, 0, 1, -68, 8	模块执行一次Link Check操作 (等待网络交互) 模块返回LINK CHECK结果。						
示例2	AT+LINKCHECK=2	设置模块自动携带Linkcheck命令到每个上行包中。 便于用户前期系统测试，检查终端产品的上下行无线链路质量（网络覆盖等）						

6.2.34 读取 Link Check

读取 Link Check配置		
描述	该命令读取Link Check配置参数	
命令	AT+LINK CHECK?	读取Link Check参数配置
响应1	+LINK CHECK: X1,X2	读取成功。返回结果
	OK	X1 为是否执行Link Check
		X2 保留
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+LINK CHECK?	返回link check配置
	+LINK CHECK: 1,100	
	OK	

6.2.35 设置 BAND

设置BAND		
描述	<ul style="list-style-type: none">◆ 该命令设置模块的入网扫描模式，◆ CLAA支持五种模式 (CLAA A\B\C\D\E)，不同CLAA模式对应频段不相同。在CLAA模式下，模块支持两种扫描方式：单模与多模。◆ 模块出厂默认采用多模扫描网络。D→E◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令◆ 注：CLAA1.3.9规范开始，删去同频A\B\C	
命令	格式1	X1对应CLAA工作模式, 出厂值为3，取值范围：
	AT+BAND=X1	0 CLAA MODE A 1 CLAA MODE B
	格式2	2 CLAA MODE C
	AT+BAND=X1,X2	3 CLAA MODE D 4 CLAA MODE E
		X2选择为单模或者多模模式 (MODE A\B\C\D\E)，, 出厂值为1，取值范围： 0 单模模式，固定在指定的模式扫描网络 1 多模模式，开启将会自动搜索D→E
响应1	OK	设置成功
响应2	BAD PARM	命令参数错误
响应3	ERROR	未知错误

示例1	AT+BAND=3 OK	设置为CLAA MODE D, 模块优先使用MODE D开始搜索网络（缺省为多模模式, 因此仍然执行多模扫描）。
示例2	AT+BAND=3, 0 OK	设置为CLAA MODE D, 模块只工作在CLAA MODE D扫描网络

6.2.36 读取 BAND

读取BAND		
描述	该命令读取模块当前BAND，对应CLAA模式	
命令	AT+BAND?	返回当前模式。X1对应CLAA MODE A\B\C\D\E
响应1	+BAND: X1, X2 OK	读取成功, 返回结果。详细说明见“设置BAND”
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+BAND? +BAND: 3, 1 OK	当前模块工作在CLAA D, 多模扫描方式

6.2.37 读取 RX2

读取RX2		
描述	该命令模块读取当前RX2参数	
命令	AT+RX2?	返回RX2的当前参数 X1: 速率 X2: RX2使用频率
响应1	+RX2: X1, X2 OK	读取成功, 返回结果
响应2	ERROR	未知错误
示例	AT+RX2? +BAND: 0, 475300000 OK	当前模块RX2速率为DR0, 频率为475300000

6.2.38 读取 FREQ

读取FREQ

描述	该命令读取模块当前可用的频率	
命令	AT+FREQ?	<p>返回有效参数：</p> <p>nY1 - 频率，单位Hz</p> <p>nY2 - 有效速率范围。高四位为最大速率（DR）。低四位为最小速率（DR）</p>
响应1	<p>+FREQ:</p> <p>CHn : nY1, nY2</p> <p>OK</p>	读取成功。返回结果
响应2	ERROR	未知错误或者当前无可用频率
示例	<p>AT+FREQ?</p> <p>+FREQ:</p> <p>CH0: 480300000, 50</p> <p>CH1: 480500000, 50</p> <p>CH2: 480700000, 50</p> <p>OK</p>	返回当前频率表。

6.2.39 设置 CSMA

设置RX2		
描述	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 该命令设置模块的CSMA功能 ◆ 若开启模块CSMA功能，模块每次发送数据前，会先检查空口是否空闲，若检查到空口空闲，则发送数据，否则随机退避后，重新执行上述流程。最大退避次数缺省为4。 ◆ 对于时延不敏感的应用，开启CSMA功能，可以在一定程度上提高模块的通信成功率。 ◆ 该参数修改后，若需要掉电存储，需要执行SAVE指令 	
命令	AT+CSMA=X1	<p>X1用于配置是否开启CSMA功能。出厂值为0</p> <p>0 - 关闭</p> <p>1 - 开启</p>
响应1	OK	设置成功。
响应2	BAD PARM	参数错误
响应3	ERROR	未知错误
示例	AT+CSMA=1	开启CSMA,

7 低功耗处理

用户在透传模式，通过拉低 WAKE 引脚，可以使模块进入睡眠。模块进入睡眠后，各引脚状态，如表 7-1 所示。

表 7-1 模块睡眠的引脚状态

模块（睡眠状态）				用户 MCU
引脚	引脚功能	端口类型	引脚状态	用户 MCU 引脚处理建议
7	WAKE	Input	Float	用户 MCU 拉低 WAKE 引脚，并保持
16	MODE	Input	PULL-DOWN	用户 MCU 拉低 MODE 引脚，并保持
18	TXD	Output	HIGH	用户 MCU 浮空输入
19	RXD	Input	Float	用户 MCU 拉低 RXD 引脚，并保持
15	BUSY	Output	LOW	用户 MCU 浮空输入
8	STAT	Output	HIGH/LOW	用户 MCU 浮空输入，该引脚状态取决于模块的当前状态
14	NRST	Input	PULL-UP	用户拉高或者浮空输入
11	P0	Output	LOW/用户配置	如果用户 MCU 配置了该引脚，以实际为准
3	P1	Output	LOW/用户配置	如果用户 MCU 配置了该引脚，以实际为准
4	P2	Output	LOW/用户配置	如果用户 MCU 配置了该引脚，以实际为准
5	P3	Output	LOW/用户配置	如果用户 MCU 配置了该引脚，以实际为准

8 应用配置说明

用户需要根据不同的应用场景，来配置模块相应参数。其中 8.1.2 节为针对固件版本 2.18.0 之前的版本，OTAA 加入 LoRaWAN 网络的基础配置。

8.1 模块参数配置

应中兴克拉的要求，CLAA 模块出厂默认未烧入 DEVEUI、APPEUI (JOINEUI)、APPKEY，用户需要向运营商申请并配置这些参数。商用终端的入网参数：DevEui、JoinEui、AppKey、NwkKey（仅 LoRaWAN 1.1 版本）需要向克拉科技申请，按克拉科技分配的入网参数烧号发货模块。

8.1.1 出厂参数说明

表 8-1 模块出厂缺省参数

序号	类型	主要参数	缺省值	说明
1	系统配置	Baud	9600	透传模式的通信波特率为9600. 指令模式固定为9600
2		RX Timeout	0	串口分帧超时时间为10ms
3		工作模式	-	透传模式. 用户通过MODE引脚
4		回显	0	关闭回显
5		日志 (DEBUG)	0	默认关闭日志输出
1	LoRaWAN	DEVEUI ^{注1}	-	用户烧写，保证全网唯一。用户向CLAA申请。
2		APPEUI ^{注1}	-	用户烧写。用户向CLAA申请。
3		APPKEY ^{注1}	-	用户烧写。用户同CLAA协商。
4		OTAA	1	OTAA入网激活
5		Band	3	CLAA D模式（多模）
6		Class	0	设备类型为Class A
7		Join Accept Delay1	5000s	Join Accept delay1默认为5s
8		Join Accept Delay2	6000s	Join Accept delay2默认为6s
9		Rx1Delay	1000s	RX1DELAY默认为1s, Rx2Delay = Rx1Delay + 1

10	Unconfirm	0	非确认帧, 非确认帧默认发送次数为1
11	Nbtrials	8	确认帧每次通信失败, 最大发送次数为8次
12	Ack Fail	32	确认帧连续通信失败门限值, 超过该参数, 模块将进入连接丢失状态
13	Datarate	3	初始无线通信速率为DR_3 (SF9 BW125)。即首次JOIN速率为DR_3 (SF9 BW125)
14	DR Range	0x50	最高速率为DR5, 最低速率为DR0
15	Output Power	0	初始功率为最大值 (19dBm)
16	MAX_FCNT_GAP	16384	下行Fcnt丢包门限值
17	ADR	1	开启自动调速功能, 允许模块与服务器调速。
18	ADR_ACK_LIMIT	64	ADR开始调速门限值
19	ADR_ACK_DELAY	32	ADR持续调速门限值
20	ADR_ACK_TIMEOUT	32	非确认帧掉网门限值
21	RX2 Freq	502500000	CLAA D模式 RX2 frequency = 502500000Hz
22	RX2 Datarate	0	CLAA D模式 RX2 Datarate = SF12 BW125
23	FPort	0x0A	透传模块缺省值为10
24	热启动 ^{注2}	1	开启热启动, 热启动的设备重新上电或者复位, 不会发起JOIN
25	连接丢失超时时间	57600s	从进入连接丢失开始, 再次发起JOIN的时间间隔, 默认16小时
26	JOIN退避时间	3600s	每轮JOIN的退避时间间隔。
27	JOIN interval	11	单次JOIN周期为11s
28	JOIN退避方式	2	正常JOIN, 按照缺省情况1h, 2h, 4h, 8h, 16h退避

注1:

固件版本2. 18. 0之前版本, 出厂模块已烧入DevEUI, 未烧入AppEUI、AppKey, 用户需要根据实际情况设置AppEUI、AppKey。

固件版本2. 20. 0之前版本, 出厂模块已烧入CLAA授权的DevEUI、AppEUI、AppKey

固件版本2. 20. 0之后版本, 出厂模块将再不烧入DevEUI、AppEUI、AppKey

注2:

由于热启动的设备, 一旦注册成功, 上电将不会执行注册操作, 因此如果客户在出厂前有进行终端产品的联网测试, 建议用户在工厂联网测试完成后, 执行一次清除网络上下文操作 (AT+JOIN=1),

以避免产品实际使用时，工厂产测网络参数与实际商用网络参数不一致，否则设备不能正常使用。

8.1.2 OTAA 快速配置示例

下文描述了出厂模块配置为 OTAA 激活模式最小需要配置\修改的参数（如果未配置，将按照表 8-1 默认参数运行），其他特性参数，用户可以根据实际需求设置。

(1) 进入指令模式

拉高MODE引脚

(3) 配置DevEUI，（该参数00 4A 77 00 66 00 08 A2 仅作为示例说明，以实际使用为准）

AT+DEVEUI= 00 4A 77 00 66 00 08 A2,D3 91 01 02 20 10 28 16

(4) 配置AppEUI，（该参数FF 00 66 FF FF FF 01仅作为示例说明，以实际使用为准）

AT+APPEUI= FF 00 66 FF FF FF 01

(5) 配置AppKey，（该密钥00 11 22 33 44 55 66 77 88 99 AA BB CC DD EE FF仅作为示例说明，以实际使用为准）

AT+APPKEY= 00 11 22 33 44 55 66 77 88 99 AA BB CC DD EE FF

(6) 保存参数到EEPROM

AT+SAVE

(7) 复位，重启模块

AT+RESET或者拉低Reset引脚，并保持1ms

(8) 进入透传模式（请注意：只有在透传模式下，模块才会执行JOIN操作）。

拉低MODE引脚

(9) 用户STAT引脚为高电平，表明模块加入成功。加入成功后，用户可以通过串口收发数据。

（以上任何参数发生变化，需要执行SAVE，并复位后，处于透传模式的模块将使用新参数JOIN网络）

注：

正常应用中，用户配置并同时保存入网参数等到EEPROM后，若不需要再改变，则用户只需要在产品中设置一次即可。

8.2 CLAA模式配置

CLAA 模块出厂默认为多模模式，即模块首次入网会按照既定的优先级来搜索并加入基

站。目前 CLAA 模块搜索网络的优先级为 D->E。

注：

固件为2.18.0之前版本，扫描顺序为D->E->B->C->A

8.2.1 应用场景 1：单模模式

若用户应用场景符合以下条件之一：

(1) 用户知道（所在区域）基站工作的 CLAA 模式(CLAA A\B\C\D\E 模式)，且基站模式不会改变；

(2) 指定 CLAA 模式的应用。

用户可以设置模块工作在单模模式。

例如：

当前基站确定永久工作在 CLAA A 模式，且该设备为非移动设备，相对应地，可以设置模块固定工作在 CLAA A 模式。

CLAA 单模配置方法，如下：

- (1) 进入指令模式
- (2) 单模模式, 扫描模式为CLAA D:
AT+BAND=3, 0
- (3) 保存:
AT+SAVE

(特殊说明：2016 年 10 月份以前版本的模块只工作在 CLAA A 模式)

8.2.2 应用场景 2：多模模式

若用户应用场景符合以下条件之一：

(1) 用户知道（所在区域）基站工作的 CLAA 模式(CLAA A\B\C\D\E 模式)，但

是基站后续可能升级成其他 CLAA 模式

(2) 用户不了解基站工作的 CLAA 模式

用户可以设置模块优先工作在指定模式，并开启模块进行全网扫描（多模模式）。

例如：

当前基站工作在 CLAA A 模式，但是根据业务需求，基站可能后续会升级成新的 CLAA 模式(比如基站后续可能升级为 CLAA D 模式)。

针对这种应用，首先设置模块为多模模式，且优先扫描 CLAA A 模式。若模块在 CLAA A 模式扫描失败，会自动扫描其它 CLAA 模式，以尝试加入网络。

CLAA 多模模式，配置方法如下：

- (1) 进入指令模式
- (2) 配置为多模, 优先扫描CLAA D模式 (模块出厂默认值)
`AT+BAND=3, 1`
- (3) 保存
`AT+SAVE`

8.3 Class C应用

若用户应用场景符合以下条件之一：

- (1) 终端无低功耗要求，且希望获得更实时的下行控制
- (2) 模块一直保持接收。

用户可以通过 AT+CLASS 指令设置模块的设备类型为 Class C。Class C 的设备，除了发送数据外，将一直保持接收。Class C 的设备入网（JOIN）机制与 Class A 设备相同。

注意，使用 Class C 的设备，用户需要线下与服务器平台充分沟通,并保持一致的设备类型，即服务器平台也登记该设备为 Class C。

Class C 配置方法，如下：

- (1) 保持WAKE引脚为高，模块不进入睡眠
- (2) 进入指令模式
- (3) 设置为Class C
`AT+CLASS = 2`
- (4) 保存
`AT+SAVE`

8.4 热启动

若用户应用场景符合以下条件之一：

- (1) 对于部署网络已经相对很稳定、设备可能会经常掉电、关电的应用，
- (2) 用户希望已经成功 JOIN 网络的模块，模块重新上电后，可立即发送数据。

用户可以开启模块的热启动功能。

开启热启动后，模块一旦成功加入网络后，模块将持久化网络上下文参数。因此重启模块（或者重新上电）后，模块将不会进行 JOIN 操作，用户可以直接进行数据服务。

如果用户数据连续发送失败，并达到重启 JOIN 条件后，模块会自动开启 JOIN 扫描，直到 JOIN 成功，或者 JOIN 失败。用户需要根据实际情况，进一步进行异常分析与异常处理（比如手动重新 JOIN）。

开启热启动的配置方法，如下：

- (1) 指令模式
- (2) 使能热启动
`AT+OTAA=1, 1`
- (3) 保存
`AT+SAVE`

若发生网络长期异常时，比如用户检测到模块连续出现数据通信异常（比如基站更

新了网络参数，导致终端通信一直失败等），用户可以通过发送 AT+JOIN=1，来重启注册操作。

如果用户需要关闭热启动功能，则通过如下操作：

- (1) 指令模式
- (2) 关闭热启动
AT+OTAA=1, 0
- (3) 保存
AT+SAVE
- (4) 重启 JOIN
AT+JOIN=1

执行上述操作后，模块将以正常启动方式，重新注册网络。

9 日志信息

用户可以通过 AT+DEBUG=1 来开启模块日志输出。

若使能模块的日志输出功能，模块在注册、每次空口数据发送与\或接收，都会输出相应的日志信息，辅助用户调试与测试。

日志当前主要包含注册过程与数据传输过程等。

表 9-1 日志信息

日志类型		描述
网络管理	注册	+JOIN INFO:Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6
	数据	[UP] Cfm_Stat: 状态, UpCnt: 上行帧计数, CH[信道]: 频点, SF: 上行速率, TxPower: 发射功率, AckCnt: 保留, PER: 保留, TOA: 空口传输时间, nbTrials: 发送次数, BackOff: 保留, cRssi: 保留, Nb: 保留, Band: 保留
数据通信	上行	[DN] Ind_Stat: 状态, DnCnt: 下行帧计数, CH[信道]: 频点, SF: 下行速率, Port: 应用端口, RxSlot: RX 窗口, pRSSI: 下行rssi, SNR: 下行SNR, Pend: 服务器有更多数据, SIZE: 下行数据包大小, Multi: xx, Margin: xx, nGW: xx
	下行	

表 9-1 中的“状态”，如表 9-2 所示

表 9-2 模块状态定义

STATUS	描述
0	成功（发送成功\接收成功）
1	未知错误
2	发送超时
3	RX2接收超时
4	RX2接收出现错误情况
5	JOIN出现错误情况
6	无效的下行计数值
7	节点丢失应答帧超过MAX_FCNT_GAP
8	地址校验错误
9	消息校验错误

9.1 注册过程

模块在 JOIN 网络过程中，每执行完一次空口注册操作，会输出如下信息：

注册过程中的日志信息

+JOIN INFO:Y1, Y2, [Y3]Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9

说明：

Y1 注册结果，可能的结果，如表7-2所示

- 0 - 注册成功
- 3 - 本次注册失败

Y2 表示当前处于频段模式

- 0 - CLAA A模式（482~500MHz）
- 1 - CLAA B模式（470~490MHz）
- 2 - CLAA C模式（490~510MHz）
- 3 - CLAA D模式（上行：480~490MHz，下行：500~506MHz）
- 4 - CLAA E模式（上行：470~480MHz，下行：490~496MHz）

Y3 表示当前通信所使用信道

Y4 表示当前通信所使用频点

Y5 表示当前第几次注册

Y6 表示当前通信所使用速率（SF）

Y7 表示当前通信所使用功率

Y8 表示当前下行通信的RSSI（dBm），通信成功时有效

Y9 表示当前下行通信的SNR, 通信成功时有效

示例：

i. e. :

+JOIN INFO: 0, 3, [10]482300000, 8, 12, 20, -66, 8

表示注册成功，CLAA D模式，信道10，第8次注册，SF12，20dBm，RSSI为-66dBm，SNR为+6

9.2 数据传输过程

每次执行一次数据服务完成后，模块输出上行和\或下行日志信息。

数据传输过程中的日志信息

示例：

[UP] Cfm_Stat: 0, UpCnt: 1, CH47: 489700000, SF: 9, TxPower: 20, AckCnt: 2, PER: 0, TOA: 205824, nbTrials: 1, BackOff: 0, cRssi: 0, Nb: 0, Band: 3

[DN] Ind_Stat: 0, DnCnt: 1, CH23: 504700000, SF: 9, Port: 0, RxSlot: 0, pRSSI: -91, SNR: +8, Pend: 0, SIZE: 0, Multi: 0, Margin: 0, nGW: 0

说明：

若设置AT+DEBUG=1，则用户每发送一个新数据包后，模块输出类似上述信息段：

- 1、若没有接收到下行数据包，则只输出Cfm_Stat信息。
- 2、若有接收下行数据包（纯MAC层的应答或者用户数据），则输出Cfm_State与Ind_Stat 信息。

10 产品变更记录

模块固件版本	CLAA规范版本	描述
2. 15. 11	1. 3. 0	<ol style="list-style-type: none"> 1. 入网扫描顺序为D->E->B->C->A 2. 入网操作是周期性连续进行，无退避机制 3. 非热启动，上电后，重新发起入网操作
2. 18. 15	1. 3. 7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 入网扫描顺序为D->E 2. 模块支持CLAA1. 3. 7版本引入了连接\连接丢失机制、多RX1等功能。 3. 新增非确认帧掉网判断机制，默认关闭 4. 如果要兼容之前版本的JOIN方式，通过设定AT+JOIN=5, 0清除缺省配置 5. 模块开启热启动，复位/上电不重新发起入网 6. 模块出厂烧入CLAA授权的DevEUI、AppEUI、AppKey
2. 19. 4	1. 3. 7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 非确认帧掉网判断机制，默认开启
2. 20. 2	1. 3. 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. 出厂模块不再烧入DevEUI、AppEUI、AppKey，该组参数需用户向CLAA申请与分配

敬告用户

1、欢迎您使用利尔达科技有限公司的产品，在使用我公司产品前，请先阅读此敬告；如果您已开始使用说明您已阅读并接受本敬告。

利尔达科技有限公司保留所配备全部资料的最终解释和修改权，如有更改恕不另行通知。

编制：利尔达科技集团股份有限公司 无线传感网

2017 年 08 月