

SoC 低功耗嵌入式收发串口模块

产品型号：DL-CC1310-B

文件版本：V1.1



型号：DL-CC1310-B

433/868/915MHz

使用本模块产品前，注意以下重要事项：**仔细阅读本说明文档：**

本模块属于静电敏感产品，安装测试时请在防静电工作台上进行操作。

本模块默认使用外接天线，天线可选用弹簧天线或者 FPC 天线，具体天线的客户请根据实际情况进行选择，如果所应用的终端产品是金属外壳，请务必把天线安装于金属外壳之外，否则会导致射频信号严重衰减，影响有效使用距离。安装模块时，附近的物体应保证跟模块保持足够的安全距离，以防短路损坏。

绝不允许任何液体物质接触到本模块，本模块应在干爽的环境中使用。使用独立的稳压电路给本模块供电，避免与其他电路共用，供电电压的误差不应大于 5%。

局限性说明：

本模块是为了嵌入到客户的终端产品应用，本身并不提供外壳，不建议客户未经允许的情况下直接把本模块作为最终产品批量转售。

本系列模块各项指标符合常用的国际认证，客户应用本模块的产品如需通过某些特殊认证，我司会根据客户的需求对某些指标进行调整。

本模块不可应用于生命救助，生命保障系统，以及一切由于设备故障会导致人身伤害或生命危险场合，任何组织或个人开展上述应用需自行承担一切风险，骏晔科技不承担任何连带相关的责任。骏晔科技不承担任何应用了本模块的产品所引起的直接或间接造成的破坏、伤害、利益损失。

文件制定/修订/废止履历表

日期	软件版本	制定/修订内容	制定
2021-11-05	V1.0	DL-CC1310-B 标准模块	Fagan
2022-03-20	V1.1	规格书内容更新	Fagan

目 录

一. 模块介绍.....	5
1.1 特点简介.....	5
1.2 模块特性.....	5
1.3 典型应用.....	6
二. 技术参数.....	7
三. 引脚定义.....	9
四. 模块尺寸.....	10
五. 应用连接图.....	11
六. 电路设计.....	11
6.1 电源设计.....	11
6.2 射频走线设计.....	11
6.3 天线相关.....	11
七. 命令格式及 错误代码.....	12
7.1 命令格式.....	12
7.2 错误码.....	12
八. AT 指令.....	13
8.1 AT 指令表.....	13
九. 传输方式.....	17
十. 工作模式.....	19
10.1 各种模式下 AUX 和数据输出.....	19
十一. 数据传输.....	21
11.1 不同模式下, 模块启动传输的方式.....	21
11.2 设置启动传输字节(重点).....	21
11.3 TX FIFO 和 AUX.....	22
11.4 RX FIFO.....	22
11.5 如何防止丢包.....	22
11.6 数据吞吐量.....	22
11.7 透传下的分包逻辑.....	23
11.8 AT 模式与透传模式下的数据输出.....	23
11.9 透传数据流控制.....	24
十二. 推荐配置表.....	25
十三. 命令详解.....	26
13.1 串口波特率设置.....	26
13.2 设置频率和通讯速率.....	27
13.3 频率设置.....	27
13.4 发射逻辑及信道空闲检测.....	28
13.5 设置信号强度阈值.....	28
13.6 设置信道空闲时发送.....	29
13.7 接收模式及无线唤醒.....	29
13.8 恢复默认配置表.....	30
十四. 软件开发及配置须知.....	31
十五. 联系方式.....	31

一. 模块介绍

1.1 特点简介

DL-CC1310-B 是骏晔科技基于 TI 公司 CC1310 (内置双核 ARM) 射频芯片研发的 AT 指令无线串口模块 (UART)。其支持窄带通讯, 带有 DSSS 扩频, 高效率的接收及 -124dBm 的灵敏度使得射频在 420-510MHz/860-950MHz 频段中具有出色的射频性能和超强的抗干扰性。

模块内置功能完整的 AT 指令, 指令支持 1920-256000bps 任意串口波特率, 可提高通讯效率, 同时实现了多种无线速率和功能的配置, 包括有远距离扩频模式和通用模式、支持无线电唤醒功能、不同的配置可以为远距离通讯或电池供电等应用提供了简易高效的解决方案, 并且软件内部支持准确的信号强度指示, 支持自动信道空闲发射, 有效降低信号碰撞的概率。

模块采用集成 RF 控制器 (Cortex[®]-M0) 和性能强大的 Arm[®] Cortex[®]-M3 处理器相结合, 主频时钟速率最高可达 48MHz, 出厂已内置低功耗多功能无线串口程序, 用户也可以基于 TI 开发套件根据需要进行二次开发。

1.2 模块特性

硬件特性:

- 支持宽电源电压范围: 1.8~3.8V;
- 模块休眠电流 <1uA;
- 高效的接收性能 RX 电流: 5.5mA;
- 发射效率高
 - TX (+10dBm 时): 17mA;
 - TX (+14dBm 时): 27mA;
- 出色的接收器灵敏度:
 - 远距离模式 0.625kbps 下为 -124dBm;
 - 50kbps 时为 -110dBm。
- 准确的信号强度指示和信道评估。

软件特点:

- 使用 AT 指令进行配置及保存，方便开发及调试；
- 支持透传模式进行数据传输；
- 透传模式下支持对数据流进行控制；
- 支持 1920-256000bps 任意串口波特率；
- 支持 0.6kbps-500kbps 的无线速率；
- 内置无线电唤醒(间隔性接收)，大大增加电池待机时间；
- 内置等待信道空闲发射，有效降低同频信号碰撞的概率；
- 支持任意时候 RSSI 获取，进行信道空闲检测；
- 支持手动快速跳频，避免同频干扰；
- 可以实现定点传输，广播及监听传输方式。

1.3 典型应用

- 高级无线抄表架构（水表、电表、气表）
- 超远距离数据通讯
- 智能家居系统
- 无线传感器网络
- 工业自动化数据采集
- 野外数据遥控、遥测
- 各种变送器，流量计智能仪表
- 楼宇自动化与安防
- 矿山石油设备监测控制
- 环境、节能、温度监测
- 智能交通、智能电力
- 智能机器人
- 家居及楼宇自动化
- 无线报警及安防系统
- 工业监控
- 无线 M-BUS

二. 技术参数

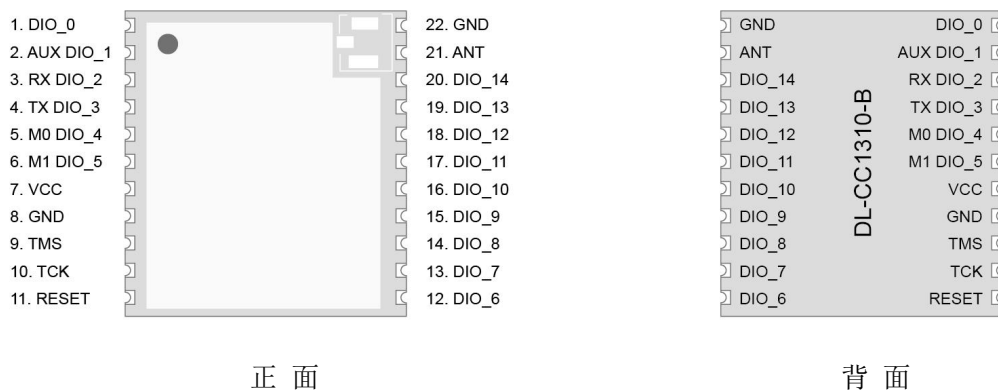
参数	最小	典型	最大	单位	备注
运行条件					
工作电压	2	3.3	3.6	V	高于电压范围可能会损坏模组
I/O 电压范围	1.8	3.3	3.6	V	高于电压范围可能会损坏模组
工作温度范围	-40	25	85	°C	
电流消耗					
射频接收电流	5	5.5	6.1	mA	@射频接收电流(单片机休眠)
接收工作电流	6	6.8	8	mA	@整体接收电流
发射电流	32	35	38	mA	@433M 15dBm 峰值
	25	27	29		@433M 14dBm 峰值
	15	17	20		@433M 10dBm 峰值
	27	29	32	mA	@868M 14dBm 峰值
	16	18	21		@868M 10dBm 峰值
	27	29	32		@915M 14dBm 峰值
	16	18	21	mA	@915M 10dBm 峰值
待机电流	1	1.5	2	mA	@射频接收功能停止
休眠电流	0.2	<1	2	uA	@M1=0
射频参数					
推荐频率范围 (保证性能最大化)	420	433	510	MHz	@433M 频段模块
	840	868 915	930	MHz	@868M 915M 频段模块
发射功率范围	-10	14	15	dBm	@0-10dBm 为 1dbm 分辨率
FSK 接收最高灵敏度	-120	-124	-127	dBm	@868M 915M @625bps
	-119	-122	-124	dBm	@433M @625bps
FSK 速率范围	0.625	9.6	500	Kbps	@具体见表 18
无线电唤醒模式消耗		0.002		mAh	@AT+RXGAS=500

(表 1)

参数	值	备注
最高无线速率	500000bps	无线数据的传输速率，速率越高，延时越低，但是通讯距离会降低
模块最高速率	210000bps	受限于无线速率，串口波特率和缓冲区。 测试条件： 无线速率：500000bps 串口波特率：256000bps
AT 响应时间	500us	命令发送完毕到模块响应命令的时间 测试命令:AT 波特率:115200
缓冲区	发送:600Byte 接收:600Byte	超过 512Byte 认为缓冲区达到容限
复位时长	40ms	执行复位到初始化完成的时间
AT->透传模式	<2ms	AT 指令与透传之间切换
休眠->透传模式	<8ms	从休眠模式切换到工作模式需要等待 AUX 变低
无线电唤醒->透传	<8ms	从无线电唤醒模式切换到工作模式需要等待 AUX 变低

(表 2)

三. 引脚定义



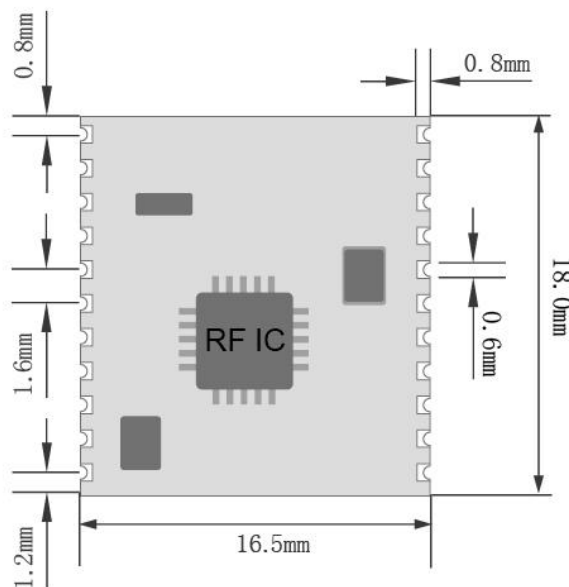
引脚名称	IO 类型	引脚描述
VCC	电源	为了保证性能，供电电压稳定 $\geq 2.5V$
GND	电源	参考地
ANT	模拟	射频信号输入/输出端口，ANT 端口预留匹配电路，走线使用 50Ω 阻抗匹配，铺地并在周围加过孔。
DIO1 (AUX)	输出	<p>用于指示模块工作状态，开机初始化、退出休眠、退出无线电唤醒</p> <p>0: 设备初始化完毕，可以进行串口传输 1: 未初始化完毕，不可以进行串口传输</p> <p>透传和无线电唤醒模式下：</p> <p>0: 空闲 1: 模块收到数据, 并且在设定的延时后通过串口输出数据</p> <p>向模块传输数据时：</p> <p>0: 缓冲区为空(发送完毕) 1: 缓冲区非空</p>
DIO2 (UART-RX)	输入	TTL 串口输入，连接到外部 TXD 输出引脚
DIO3 (UART-TX)	输出	TTL 串口输出，连接到外部 RXD 输入引脚
DIO4 (M0)	输入	AT 与透传切换，内部上拉， 0: 透传模式 1: AT 指令模式

DI05 (M1)	输入	控制模块休眠，内部上拉， 0：休眠(或无线电唤醒) 1：唤醒 不考虑低功耗可以直接接高电平
RESET	输入	硬件复位，低电平有效
DI06-DI014	输出/输入	普通 IO，暂无功能，可定制实现以下功能： 1、ADC 检测 2、键值快速发射 3、射频状态指示 4、PA 控制 如果不使用，一定要悬空

(表 3)

注意：调试时如果 DI04 (M0) DI05 (M1) 悬空，则是 AT 指令模式，方便进行测试；
当进入到休眠模式后这两个脚会浮空，需要接到确定的电平上，否则会产生漏电。

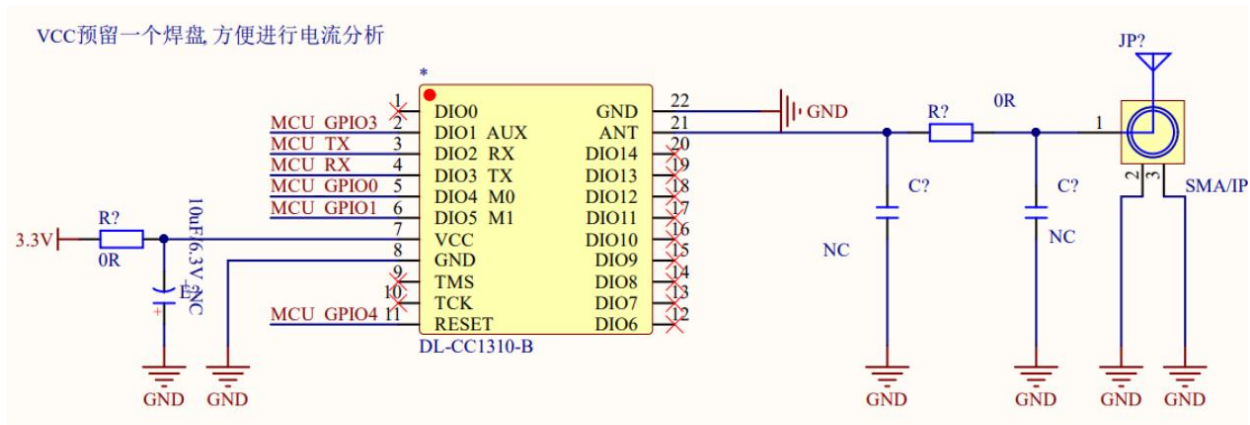
四. 模块尺寸



DL-CC1310-B 尺寸图

五. 应用连接图

推荐电路：



引脚连接注意：

- 1、DIO2 RX, DIO3 TX 用于数据传输，应该和外部的 MCU UART 引脚进行反接。
- 2、AUX M0 M1 RESET 用于控制模块，都需要与外部 MCU GPIO 口进行连接。
- 3、DIO4 (M0) DIO5 (M1) 内部带上拉，进入休眠会自动变为浮空，需要接到确定的电平上，否则会产生漏电。
- 4、没有用到的 DIO 如图中打 x 的引脚悬空即可。

六. 电路设计

6.1 电源设计

- 请注意器件供电电压，超出推荐电压范围会导致模块功能异常及永久损坏；
- 尽量使用直流稳压电源对该模块进行供电，电源纹波系数尽量小，且需要考虑发射最大功率时的电源负载；
- 模块需要可靠接地，做好铺地可以更好的性能输出并可以减少 RF 对其他灵敏器件的影响。

6.2 射频走线设计

- 模块远离高频电路变压器 RF 等干扰源，禁止在模块下层直接走线，否则可能会影响接收灵敏度；
- 使用板载天线时天线需要两面净空，铺地同时不能距离天线太近，否则会吸收辐射的能量；
- 走线 50Ω 阻抗线，铺地并多打地孔；
- PCBA 空间允许下预留 π 型匹配网络，先通过 0R 电阻连接，否则天线开路。

6.3 天线相关

- 天线的种类很多，根据需求选择合适的天线；
- 天线的安置需要根据极性选择合适的安置位置，建议垂直向上；
- 天线辐射路径上不能有金属物体，否则传输距离会受到影响(如封闭的金属外壳)。

七. 命令格式 及 错误代码

7.1 命令格式

模块使用 AT 指令, 支持以下三种 AT 命令类型,

结尾都是以 “\r\n”, 不支持 单独\r 或者\n

“<...>” 指定是命令或者参数, 实际在传输中不需要这”方括号<...>”

参数分隔符以”, ” 隔开, 不能带空格。

类型	命令格式	响应
执行命令	AT+<cmd> <p1>,<p2>,... (<cmd>和<p1>通过空格隔开)	OK\r\n error:<error>\r\n
设置命令	AT+<cmd>=<p1>,<p2>,...	OK\r\n error:<error>\r\n
查询命令	AT+<cmd>?	+<cmd>:<p1>,<p2> OK\r\n (参数和 OK 使用空格隔开) error:<error>\r\n

(表 4)

7.2 错误码

如果命令执行错误, 会返回以下错误代码:

错误代码	说明
0	指令执行成功
1	没有找到命令
2	命令的类型错误
3	命令的参数错误
4	内部错误
5	内部错误
其他	内部错误

(表 5)

八. AT 指令

8.1 AT 指令表

基础命令

命令	描述	命令格式 应答/默认参数	可保存 (Y/N)
AT	测试模块响应	AT\r\n OK	No
AT+VER?	查询模块版本号，不同批次可能版本号不一样	AT+VER?\r\n +VER:V1.10 AT_220406 OK	No
AT+DEFAULT	恢复出厂设置，每个命令的默认的参数见命令表“默认参数”	AT+DEFAULT\r\n OK	No
AT+RESET	模块软复位 复位过程中 AUX 为高电平 模块复位完成后： 处于 AT 指令模式会发送 “DLnk”	AT+RESET\r\n OK 复位后回复： DLnk	No
AT+SAVE	执行把当前的配置的参数保存到 Flash 中，单片机编程推荐每次开机进行重新配置，而不要依赖这条指令	AT+SAVE\r\n OK	No
AT+ATE=	开启/关闭 指令回显	AT+ATE=<En>	No
AT+ATE?	En: 0: 关闭 1: 开启	+ATE:0 OK	
AT+UART=	设置/查询串口传输属性 详细见：13.1 串口波特率设置	AT+UART=<baudrate>, <databits>, <stopbits>, <parity>\r\n	Yes
AT+UART?		+UART:115200, 3, 0, 0 OK	

(表 6)

射频命令

命令	描述	命令格式 应答/默认参数	可保存 (Y/N)
AT+RADIO=	设置/查询射频机配置 不同的速率详见： 13.2 设置频率和通讯速率	AT+UART=<frequency>, <datarate> \r\n	Yes
AT+RADIO?		+RADIO:433920000,9600 OK	
AT+FREQ=	快速设置/查询当前的无线频率 可以用来实现信道切换,避免同频干扰	AT+FREQ=<frequency>\r\n	Yes
AT+FREQ?		+FREQ:433920000 OK	
AT+RFPOWER=	设置/查询发射功率,可以减低电源消耗, 但会缩短通讯距离,默认最大功率。 Power: 最低 -10 最高 15 868/915M 最高 14 单位: dBm	AT+RFPOWER=<power>\r\n	Yes
AT+RFPOWER?			
AT+RFADDR=	设置/查询模块地址 Addr: Addr0: 0-255 Addr1: 0-255 详见： 九、传输方式	AT+RFADDR=<Addr0>, <Addr1>\r\n	Yes
AT+RFADDR?		+RFSADDR:255,255 OK	
AT+PREAMBLE=	设置发射前导码持续时间 会导致每次传输延时加大 PreambleTime: 范围: 0-10000 单位 ms	AT+PREAMBLE=<PreambleTime>\r\n	Yes
AT+PREAMBLE?		+PREAMBLE:0 OK	
AT+RXGAS=	设置接收时间间隔时间。 可以有效减低接收的功耗,接收间隔为 RXGasTime 毫秒,这种模式下,发射端要配置相 应的前导码时长。 RXGasTime: 0: 关闭无线电唤醒 非 0: 启动无线电唤醒, 范围: 0-10000 单位: ms	AT+RXGAS=<RXGasTime>\r\n	Yes
AT+RXGAS?		+RXGAS:0 OK	

AT+CHFREEV=	设置/查询 信道空闲阈值	AT+CHFREEV= <FreeThreshold>\r\n	Yes
AT+CHFREEV?	FreeThreshold: 最高:-10 最低:-120 单位: dBm 详见: 13.5 设置信号强度阈值	+CHFREEV:-75 OK	
AT+CHFREETX=	设置/查询信道空闲判断并发送, 如果开启, 每次发送会进行信道空闲检测。直到信道空闲或者时间超时	AT+CHFREETX=<EN>, <Timeout>\r\n	Yes
AT+CHFREETX?	En: 0: 关闭 1: 开启 Timeout: 范围: 1-3000 单位: ms AT 下发送成功返回 OK	+CHFREETX:0, 10 OK	
AT+CHFREE?	查询信道是否空闲 0: 信号大于阈值, 信道忙碌 1: 信号小于阈值, 信道空闲	AT+CHFREE?\r\n	No
AT+RSSI=?	查询最后一次数据包的 RSSI 信号强度 通常返回的是一个负数	AT+RSSI=?\r\n	No
AT+TX	AT 命令启动一次射频传输。 SendData: 目前不能包含字符 '\r' 或者 '\n' 这个指令会造成指令堵塞, 主要用于调试, 传输数据流还是使用透传模式	AT+TX=<SendData>\r\n	No
AT+RX	启用射频接收功能, 一般情况下都是默认启动的, 正常情况下不需要使用	AT+RX\r\n	No
AT+RXSTOP	关闭射频接收功能, 可以降低 5.5mA 的电流消耗, 需要通过 AT+RX 再次开启, 正常情况下不需要使用	AT+RXSTOP\r\n	No

(表 7)

透传控制

AT+PKGF=	设置/查询 透传模式下数据包的格式 可选格式 AddrX Rssi Len Payload	AT+PKGF=<PkgFormat>\r\n	
AT+PKGF?	PkgFormat: Bit0: 插入 Addr0 Addr1 Bit1: 插入 Rssi Bit2: 插入 Len 默认为 0: 只输出 Payload Payload: 为有效数据, 固定输出的	+PKGF:0 OK	Yes
AT+PKGL=	设置透传模式下无线分包长度	AT+PKGL=<PkgLen>\r\n	
AT+PKGL?	PkgLen: 0: 设置为 0, 则分包不起作用, 透传默认在串口没有收到数据 10ms 后立即启动发送。 0-120: 当 MCU 向串口发送 PkgLen 字节后模块将立即启动射频传输。	+PKGL:64 OK	Yes
AT+PKGA=	设置/查询 AT 模式下包输出格式 详见见: 11.8 AT 模式与透传模式下的数据输出	AT+PKGA=<AtPkgFormart>	
AT+PKGA?	AtPkgFormart: 0: 与透传模式下的格式一样(方便透传编程) 1: 文本+收到的数据(方便 AT 调试) 详见见: 11.8	+PKGA:1 OK	Yes
AT+AUXT=	设置/查询 AUX 输出时间 当接收到数据后, AUX 相对与串口 TX 提前置高和延时置低的时间。 默认为 0ms, 如果 MCU 可能处于休眠, 则需要设置一个合理的值, 用于等待 MCU 唤醒	AT+AUXT=<AuxPreTime>, <AuxDelayTime> \r\n	
AT+AUXT?	AuxPreTime: AuxDelayTime: 范围: 0-100 单位: ms	+AUXT:0,0 OK	Yes
AT+ACKT=	AT 查询指令的应答的格式 AckType: 0: +<cmd>:<p>, <p> OK\r\n (默认, 更方便解析) 1: +<cmd>:<p>, <p>\r\n OK\r\n	AT+ACKT=<AckType>\r\n	
		+ACKT:0 OK	Yes

(表 8)

注意:

如果模块处于 AT 指令模式, 在复位或者上电时模块会发送 “DLnk” 给 MCU。

九. 传输方式

定点传输

点对点

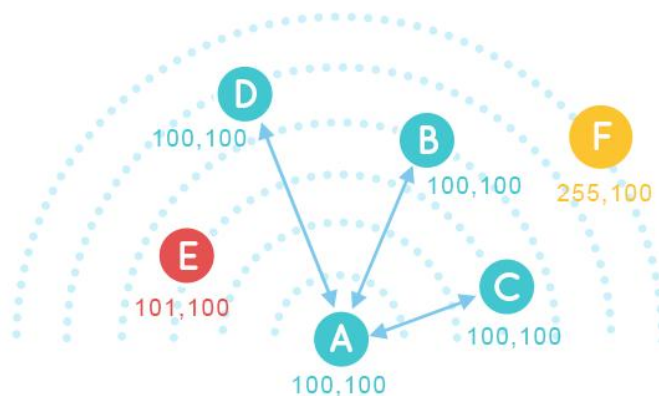


- 如：
- ：设备 A B 地址为 100,100 能通信 (**速率，频率相同**)
 - ：设备 C 地址为 101,100 不能通讯
 - ：设备 E 地址为 255,100 不能通讯
 - ：一个模块触发发送，另外一个模块接收

特性

- 模块 A 与模块 B **地址相同、且频率、无线速率相同**的两个模块（非串口波特率）
- 点对点，地址不一样的模块无法收到数据，用于一对一通讯

点对多

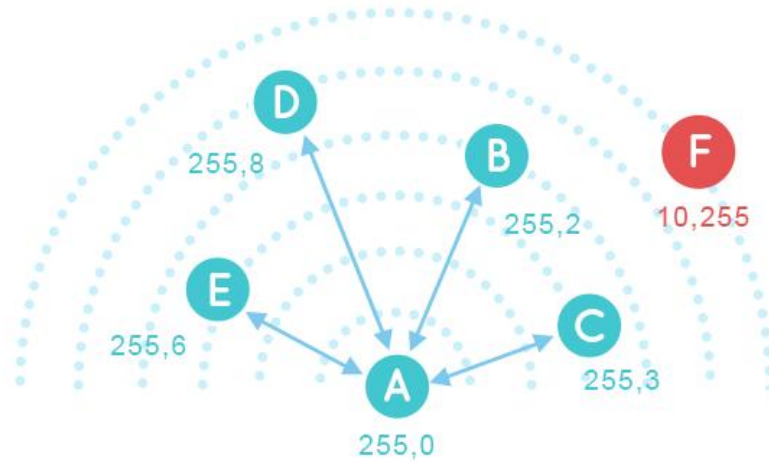


- 如：
- ：设备 A B C D 地址都是 100,100，可以互相通讯
 - ：设备 E 地址: 101,100 不能通讯
 - ：设备 F 地址: 255,100 不能通讯

特性

- 模块 A-D **地址相同、信道相同、无线速率相同**的多个模块（非串口波特率）
- 点对多，任意一个模块发送，其他模块都可以接收到

广播监听



如： 设备 A 地址为 255,0
 设备 B C D E 的 Addr0 都是 255 , Addr1 任意
 设备 F 地址为 10,255 不能通讯

广播： 设备 A 广播： AA BB CC DD
 设备 B~E 接收： AA BB CC DD
 设备 F 不能收到

监听： 设备 B 向 C 发送： AA BB CC DD
 设备 A 监听： AA BB CC DD

设备 F 发送: AA BB CC DD
 设备 A 无法监听

特性

- 相同速率和频率下设备地址 Addr0=255，则该模块处于广播监听模式，广播监听 Addr1 无需地址相同。
- 设备的地址 Addr0=255，不管模块之间的 Addr1 是否相同,发送的数据可以被其他所有 Addr0=255 的模块接收到（广播）
- 可以收到 Addr0=255 任意地址设备所发的数据（监听）。

十. 工作模式

名称	说明	条件
AT 指令模式	进行 AT 指令交互配置, 空闲状态下模块可处于接收状态, 工作电流 7mA	M0=1 M1=1
透传模式	进入透传后主机给模块什么, 模块就会把数据原原本本发出去, 模块正常情况下一直处于接收状态, 收到数据后通过串口传出。	M0=0 M1=1
无线电唤醒模式	串口无法接收数据 接收端进入休眠, 根据设置的时间间隔自动进行唤醒并检测无线信号, 检测到无线信号, 会进入接收模式, 直到接收完毕, 在 xms 后 AUX 产生高电平来唤醒 MCU。 发送方必须启动前导码发射才能保证接收此模式下接收成功。	M1=0 AT+RXGAS>0
完全休眠模式	串口无法接收数据, 模块进入休眠。	M1=0 AT+RXGAS=0

(表 9)

模式切换需要保证模块处于空闲状态, 因为模式切换过程中会清空缓冲区。

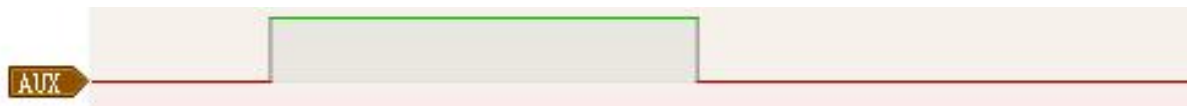
10.1 各种模式下 AUX 和数据输出

模式	
AT 模式	接收到数据时: 用于通知 MCU 以及判断接收一帧数据包是否完毕
透传模式	向 FIFO 传输数据时: 用于判断缓冲区是否空闲 0: 缓冲区为空(发送完毕) 1: 缓冲区非空(正在发送) 接收到数据时: 用于通知 MCU 以及判断接收一帧数据包是否完毕
WOR 无线电唤醒	接收到数据时: 用于通知主机模块接收到数据了, 当 AUX 为高电平时, 会在 AuxPreTime ms 后通过串口将数据发给主机。 (通过 AT+AUXT 可以控制延时时序)

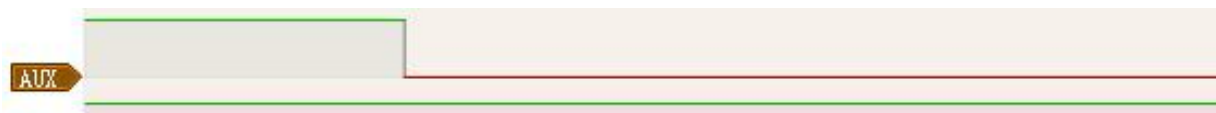
<p>纯休眠模式</p>	<p>用于判断模块是否唤醒完成 进入休眠 AUX=1 退出休眠 AUX =0</p>
--------------	--

(表 10)

高电平表示复位初始化中: 大约 30ms



高电平表示唤醒初始化中,一般在低功耗模式切换的时候: 大约 5ms



透传下接收到外部 MCU 发来透传数据的逻辑:

AUX 为高电平表示 FIFO 缓冲区非空, 进入 TX 状态, 全部发送完成后 AUX 为低电平表示 FIFO 无数据 (用于判断发送的状态)



串口数据输出指示 (用于唤醒休眠的外部 MCU)

AT+AUXT=10,0



十一. 数据传输

11.1 不同模式下，模块启动传输的方式

AT 指令模式下	<p>使用 AT+TX 123456\r\n 命令可以启动一次传输</p> <p>模块检测到 \r\n 后会立即启动传输，把命令的参数部分全部发送出去</p>
透传模式下	<p>启动发送的方式有 2 种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. FIFO 中的字节数等于设置的传输字节，就会立即启动传输； 2. FIFO 非空，最后一次传输时间大于 10ms 后启动发射。

(表 11)

透传模式下每次传输都要确定传输的长度，通过 AT+PKGL= 指令设置，传输的字节数越多，发送的效率越高，因为每次发起一次传输都会有多余的字节开销。

11.2 设置启动传输字节(重点)

MCU 向模块传输多少个字节后模块会快速进行发送，并且可以继续接收来自主机的其他数据，如果这个设置为 0，则默认在最后收到串口数据的 10ms 后发起一次传输。

说明	指令	响应
指令格式	<p style="text-align: center;">AT+PKGL=<PkgLen>\r\n</p> <p style="background-color: #ffe4c4; margin: 0;">参数 PkgLen:</p> <p>0: 设置为 0，则分包不起作用，透传默认在串口没有收到数据 10ms 后立即启动发送。</p> <p>0-120: 当 MCU 向串口发送 PkgLen 字节后模块将立即启动射频传输。</p>	<p>OK\r\n</p> <p>error:<erron>\r\n</p>
查询设置的包长度	AT+PKGL=16	OK\r\n
查询设置的包长度	AT+PKGL?	+PKGL:16 OK\r\n

(表 12)

11.3 TX FIFO 和 AUX

模块将 MCU 发送来的消息存在 TX FIFO 里, 并把 AUX 置为高电平, 模块的发送任务通过获取 FIFO 里的用户数据将其发射出去, 直到 FIFO 里的数据全部被送出去后 AUX 变为低电平

11.4 RX FIFO

模块如果接收到一包数据, AUX 被置高, 外部 MCU 通过 UART 可以收到数据包, 知道数据传输完毕 AUX 置为低电平, 当传输大量数据时, 如果无线传输速率比串口速率要高, FIFO 数据超过模块 512 字节 FIFO 很多时, 会存在溢出现象, 导致数据出现丢包, 所以我们建议采用 串口的速率大于无线传输速率。

11.5 如何防止丢包

要想防止 TX FIFO, RX FIFO 溢出, 则需要满足

TX: 串口速率 < 无线传输速率

RX: 串口速率 > 无线传输速率

因为无线传输速率要相同, 则会造成 MCU 端 TX 和 RX 串口速率不匹配, 导致编程较为麻烦, 所以我们推荐使用 串口速率 > 无线传输速率来避免 RX FIFO 溢出, 而 TX FIFO 通过 AUX 变为低电平 (发送完毕) 来防止溢出。

当传输大量数据时, MCU 需要使用 FIFO 来缓冲数据, 否则可能容易丢失数据。

11.6 数据吞吐量

不同的串口波特率和无线速率配置下, 会有不同的数据吞吐量, 具体数值以用户实测为准。

注意:

- 1 发射和接收模块需工作在透传模式下才能使传输效率最高
- 2 设置包长度为 120 (AT+PKGL=120) 能使传输效率最高
- 3 设置的包长度与实际传输长度相匹配才能使传输效率最高

11.7 透传下的分包逻辑

- 如果 AT+PKGL=0 则 当缓冲区字节大于等于 120 字节后启动一次传输直到缓冲区为空 或者在最后收到串口数据的 10ms 后发起一次传输。
- 如果 AT+PKGL!=0, 如 AT+PKGL=10, 则但缓冲区字节大于等于 10 字节后立即启动一次传输直到 缓冲区为空或者在最后收到串口数据的 10ms 后发起一次传输。

11.8 AT 模式与透传模式下的数据输出

假设:

模块地址 255, 252

信号强度 -30dbm

当发射机以十六进制发送 01 02 03 04 05 06 , 接收收到的数据如下:

AT 模式时	AT+PKGA=0	与透传的格式完全一样, 方便编程。
	AT+PKGA=1	以文本的形式输出, 格式为 : Addr0, Addr1, RSSI, DataLen, Data 如果你是以文本形式输出的则会看到 “+REV=255, 252, -30, 6, 01 02 03 04 05 06”
透传模式时	AT+PKGF=0	输出十六进制: 01 02 03 04 05 06
	AT+PKGF=7 (00000111)	输出十六进制: FF FC E2 06 01 02 03 04 05 06

(表 13)

11.9 透传数据流控制

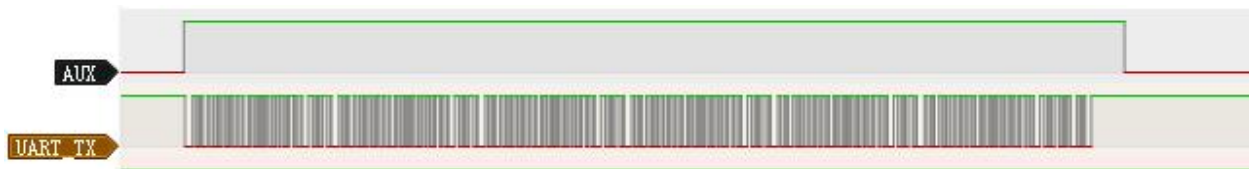
当接收到数据后, AUX 相对与串口 TX 提前置高和延时置低的时间

默认为 0ms, 如果 MCU 可能处于休眠, 则需要设置一个合理的值, 用于等待 MCU 唤醒。

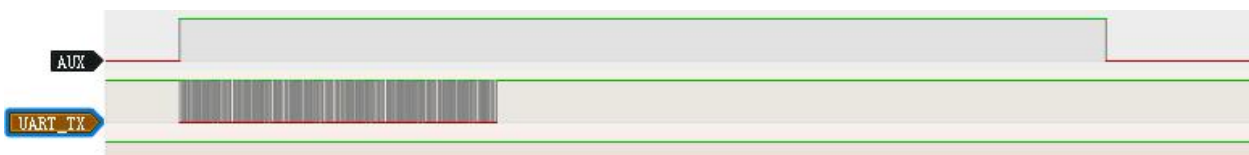
说明	指令	响应
指令格式	<code>AT+AUXT=<PreTime>,<auxDelayTime> \r\n</code> 参数 PreTime auxDelayTime 范围: 0-100 单位: ms	<code>OK\r\n</code> <code>erron:<erron>\r\n</code>
前后延时 10ms	<code>AT+AUXT=10, 10</code>	<code>OK\r\n</code>
查询 AUX 延时	<code>AT+AUXT?</code>	<code>+AT+AUXT: 10, 10</code> <code>OK\r\n</code>

(表 14)

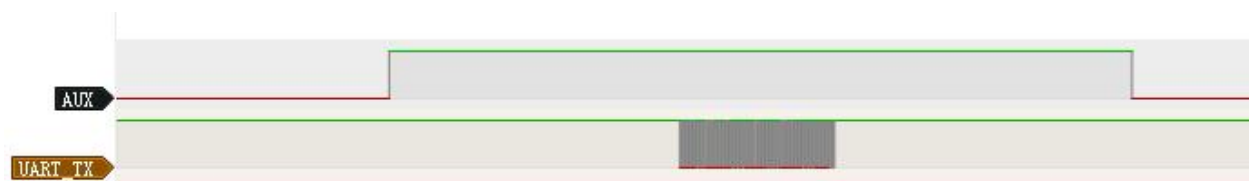
AT+AUXT=0, 0



AT+AUXT=0, 10



AT+AUXT=10, 10



十二. 推荐配置表

速率(bps)	侧重点	信道空闲阈值设定 (dBm)	推荐的信道间隔	WOR 性能
625	优化距离	-92	250Khz	不能使用
1250	优化距离	-92	250Khz	不能使用
3750	优化距离	-92	250Khz	不能使用
2500	优化距离	-92	250Khz	不能使用
5000	优化距离	-92	250Khz	不能使用
2400	通用模式	-92	250Khz	可以使用
3600	通用模式	-90	250Khz	可以使用
6200	通用模式	-90	250Khz	可以使用
9600	通用模式	-90	500Khz	可以使用
14400	通用模式	-85	500Khz	可以使用
19200	通用模式	-85	500Khz	可以使用
25000	通用模式	-85	500Khz	可以使用
38400	通用模式	-85	500Khz	可以使用
50000	通用模式	-80	500Khz	可以使用
70000	通用模式	-80	500Khz	不推荐使用
100000	通用模式	-80	500Khz	不推荐使用
200000	通用模式	-75	1Mhz	不推荐使用
300000	通用模式	-75	1Mhz	不推荐使用
400000	通用模式	-75	1Mhz	不推荐使用
500000	通用模式	-75	1Mhz	不推荐使用

(表 15)

注意:

- 1 如果不使用无线电唤醒且速率要求比较低, 则可以使用优化距离的配置。
- 2 如果设备对用电不敏感, 不考虑能量消耗, 则不需要用到无线电唤醒, 因为无线电唤醒会影响接收的性能和实效性。
- 3 如果使用到无线电唤醒, 则选用通用模式, 且这个模式有较高的速率可以选择。

十三. 命令详解

13.1 串口波特率设置

指令格式:

AT+UART=<baudrate>,<databits>,<stopbits>,<parity>\r\n

出厂设置: AT+UART=115200,3,0,0

参数	说明
<baudrate>: UART 波特率	支持范围为 1920 ~ 2560000
<databits>: 数据位	UART_LEN_5 = 0, UART_LEN_6 = 1, UART_LEN_7 = 2, UART_LEN_8 = 3
<stopbits>: 停止位	UART_STOP_ONE = 0, UART_STOP_TWO = 1
<parity>: 校验位	UART_PAR_NONE = 0, UART_PAR_EVEN = 1, UART_PAR_ODD = 2, UART_PAR_ZERO = 3, UART_PAR_ONE = 4

(表 16)

说明	发送实例	回复实例
115200 波特率 8 数据位 无停止位 无校验位	AT+UART=115200,3,0,0	OK\r\n
查询	AT+UART?	+UART: 115200,3,0,0 OK\r\n

(表 17)

13.2 设置频率和通讯速率

指令格式:

AT+RADIO=<frequency>,<datarate>\r\n

出厂设置: AT+RADIO=433920000,9600

出厂设置: AT+RADIO=868000000,9600

参数	说明
<frequency>: 通讯信道 终端之间频率一定要一样	433M 推荐的范围为 420000000-510000000 868M/915M 推荐的范围为 840000000-930000000 (单位 Hz)
<datarate>: 通讯速率 终端之间速率一定要一样	目前支持的速率 (单位 bps): 见表 15 推荐配置表

(表 18)

13.3 频率设置

指令格式:

AT+FREQ=<frequency>\r\n

相比 AT+RADIO 来设置频率, 这个命令更快

相同的频率下无线才能进行通讯, 同时相同范围内的频率会引起同频干扰, 通过设置频率, 来改变当前的通讯信道, 可以避免这个问题, 最小信道之间的间隔和速率有关系, 为了不相互干扰, 见[表 15](#)展示了推荐的信道间距。

这个命令不能跨频段设置频率

参数	说明
<frequency>: 通讯的频率 模块之间频率一定要一样	433M 推荐的范围为 420000000-510000000 868M/915M 推荐的范围为 840000000-930000000 (单位 Hz)

(表 19)

13.4 发射逻辑及信道空闲检测

支持的方式	说明	条件
普通发射	正常发送,效率最高	AT 指令触发 透传触发
前导码发射	会大大增加发码时长, 用来唤醒处于间隔接收的终端	AT 指令触发 透传触发
载波检测发送	自动判断信号干扰, 会略微增加发码时长, 用于避免同频率下无线碰撞导致信号丢失	AT 指令触发 透传触发

(表 20)

13.5 设置信号强度阈值

AT+CHFREEV

说明	指令	响应
指令格式	AT+CHFREEV=<FreeThreshold> FreeThreshold: 最高:-10 最低:-120 单位: dBm	OK\r\n erron:<erron>\r\n
设置信道空闲阈值为-75dBm	AT+CHFREEV=-75	OK\r\n
查询当前设置的信道空闲阈值	AT+CHFREEV?	+AT+CHFREEV=-75 OK\r\n

(表 21)

作用于以下功能

AT+CHFREEXTX	这条命令的作用是设置信道空闲发射低于阈值才会启动发射, 直到命令超时
AT+CHFREE	低于阈值为信道空闲 高于阈值为信道忙碌
AT+RXGAS	当进入无线电唤醒时作为无线唤醒信号强度的阈值

(表 22)

13.6 设置信道空闲时发送

设置后当触发发射的时候，模块会自动进行信号检测，当检查到当前信号强度低于设定的信号强度则会启动发射，如果高于设定的阈值，则存在信号干扰，会等待到周围信号前度小于设定的信号强度再发射。

说明	指令	响应
指令格式	AT+CHFREETX=<EN>, <Timeout> EN: 0: 关闭信道检测发送 1: 启动信道检测发送 Timeout: 范围: 1-3000 单位: ms	OK\r\n error:<error>\r\n
设置为 启动信道检测发送	AT+CHFREETX=1, 100	OK\r\n
查询是否启动信道空闲检测发送	AT+CHFREETX?	+AT+CHFREETX=1, 100 OK\r\n

(表 23)

13.7 接收模式及无线唤醒

接收的两种模式:

支持的接收方式	说明	条件
正常接收模式	空闲时都处于接收状态，消耗较多的能量，实时性好	M0 = 1 无线电唤醒 关闭 (AT+RXGAS=0)
低功耗接收(无线电唤醒)	让模块进入休眠状态，关闭串口功能，通过 AT+RXGAS 设置接收间隔，使电流消耗大大减低，由于发射端也需要设置 AT+PREAMBLE 时间，所以通讯的延时会变大	M1 =0 M0 = 0 无线电唤醒 开启 (AT+RXGAS>0)

(表 24)

注意: 无线电唤醒 模式下，每次能收到的数据包必须要小于等于 64Byte，否则不能唤醒

设置前导码时长 AT+PREAMBLE

说明	指令	响应
指令格式	AT+PREAMBLE=<PreambleTime>\r\n 范围 100-5000 单位 ms	OK\r\n error:<error>\r\n
设置前导码时长 1s	AT+PREAMBLE=1000	OK\r\n
查询前导码时长	AT+PREAMBLE?	+AT+PREAMBLE: 1000 OK\r\n

(表 25)

置接收唤醒周期

设置前导码时长 AT+RXGAS

说明	指令	响应
指令格式	AT+RXGAS=<RXGasTime>\r\n 范围 100-5000 单位 ms	OK\r\n error:<error>\r\n
设置前导码时长 1s	AT+RXGAS=1000	OK\r\n
查询前导码时长	AT+RXGAS?	+AT+RXGAS=1000 OK\r\n

(表 26)

13.8 恢复默认配置表

AT+DEFAULT 恢复出厂设置

说明	指令	响应
指令格式	AT+DEFAULT\r\n	OK\r\n
恢复出厂设置	AT+DEFAULT	OK\r\n

(表 27)

十四. 软件开发及配置须知

- 1、 发射端满负载情况下 AUX 延时等待要设置 0，且串口波特率至少要高于或者等于空中波特率，因为接收端会有一些冗余的任务比如输出模组 ADDR，长度，RSSI 信息，这样在较高在满载情况下可以防止模块接收缓冲区溢出。
- 2、 透传模式下传输非数据流的数据可以设置包长度，一旦缓冲区字节数等于设置的长度就会立即启动发射，提高性能。
- 3、 编程时请使用 AT 指令配置，数据传输使用透传模式进行传输，因为 AT 指令传输无法传输\r\n且会堵塞命令解析，而透传模式没有这些缺点。
- 4、 根据提供的 SDK 进行移植，参考编程。

十五. 联系方式

深圳市骏晔科技有限公司 Shenzhen DreamLnk Technology Co., Ltd

★ 数据采集、智能家居、物联网应用、无线遥控技术、远距离有源 RFID、天线研发★

【商务合作】 sales@dreamlnk.com 【电话】 0755-29369047

【技术支持】 support@dreamlnk.com 【网址】 www.dreamlnk.com

【公司地址】 广东省 深圳市 宝安区 新湖路华美居 A 区 C 座 603

【工厂地址】 广东省 东莞市塘厦镇 138 工业区裕华街 7 号华智创新谷