

A28-T2G4A27D1a 产品手册

2.4GHz, 500mW 无线串口模块

全双工, 自适应空速

版本: Spec_ A28-T2G4A27D1a _V1.0

日期: 2023-2-3

状态: 受控状态

目录

Content

一、 产品概述	1
二、 产品特征	1
三、 系列产品	3
四、 电气参数	3
五、 模块功能	4
5.1 推荐连接图	4
5.2 引脚定义	4
5.3 引脚功能	5
六、 模块命令	8
6.1 命令格式	8
6.2 模块参数寄存器	10
6.3 模块出厂设置	13
七、 模块功能	13
7.1 模块功能概述	13
7.2 模块功能详解	13
7.2.1 透明广播	13
7.2.2 半双工传输	14
7.2.3 全双工传输	14
八、 时序图	15
8.1 数据传输时序图	15
8.2 状态切换时序图	15
8.3 模块命令时序图	16
九、 封装信息	17
9.1 机械尺寸(unit: mm)	17
9.2 参考焊盘设计(unit: mm)	17
十、 包装方式	18
10.1 静电袋包装	18
10.2 托盘包装(unit: mm)	18

2.4GHz, 500mW 无线串口模块

全双工，自适应空速

一、产品概述

A28-T2G4A27D1a 是一款 2.4GHz, 500mW, 具有高稳定性, 工业级的无线数传模块。采用射频芯片 SX1281 设计开发, 支持八种波特率 1200~115200bps, 在连续传输功能下无线空速和波特率自适应匹配。在非连续传输功能下空速可自配, 部分波特率和空速组合下, 支持不限包长的全双工传输。模块具有三种工作状态, 并可以在运行时自由切换。



二、产品特征

- 具有透明广播、半双工和全双工传输功能
- 接收灵敏度（外挂 LNA 实测）高达-129dBm, 传输距离 8000 米
- 内建多种异常处理机制, 保证模块长时间稳定运行
- 空中速率自适应匹配
- 多等级发射功率
 - 四级可调功率 (0~3)
 - 功率范围: 18~27dBm, 最大 500mW
- 多等级波特率^[1]
 - 八种常用波特率, 默认波特率为 9600bps
 - 波特率范围: 1200bps~115200bps
- 三种工作状态^[2]
 - MD0 = 0 MD1 = 0 半双工工作状态
 - MD0 = 0 MD1 = 1 全双工工作状态
 - MD0 = 1 MD1 = 0 同上
 - MD0 = 1 MD1 = 1 休眠配置工作状态
- 频率 2400~2500MHz, FLRC 调制方式提供 101 个信道, LORA 调制方式提供 51 个信道
 - CHAN: 0x00~0x64(FLRC 调制), 0x00~0x32(LORA 调制)
 - 默认工作在 2.4GHz 免申请频段
- FLRC 单包字节大小为 120Byte
- LORA 单包字节大小为 240Byte
- 供电电压范围
 - 3.0V~5.5V
 - 内置 LDO, 保证模块稳定供电, 能够满足多种系统需求
- 透明广播^[3]
 - 任意模块发送数据, 具有相同地址和相同信道的模块均可接收。发送数据透明, 所发即所收。
- 半双工传输^[3]
 - 高速数传, 部分空速与波特率组合不限制数据包长度, 单向传输
- 全双工传输^[3]
 - 高速数传, 部分空速与波特率组合不限制数据包长度同时双向传输

2.4GHz, 500mW 无线串口模块

全双工，自适应空速

备注:

[1] 详见第六章 6.2 节模块参数寄存器中的 SPEED 寄存器

[2] 详见第五章引脚定义和引脚功能详解

[3] 详见第七章模块功能表

 立即购买 |  资料下载 |  产品详解

三、系列产品

模块型号	载波频率 (Hz)	核心芯片	尺寸 (mm)	最大发射功率 (dBm)	通信距离 (km)	封装	天线形式
A28-T2G4A12D1a	2.4G~2.5G	SX1281	20*36	12	5	直插	SMA-K
A28-T2G4A27D1a	2.4G~2.5G	SX1281	20*36	27	8	直插	SMA-K

A28 系列的所有型号的无线模块均可以互相通信

四、电气参数

条件：Tc = 25°C，VCC = 5.0V，2.4GHz

模块型号	参数名称	说明	最小值	典型值	最大值	单位
A28-T2G4A27D1a	供电电压	电源电压小于 3.6V，输出功率会有下降，但对接收功率影响较小	3.0		5.5	V
A28-T2G4A27D1a	发射电流	SendPower ^[1] = 0		210		mA
		SendPower = 1		250		mA
		SendPower = 2		340		mA
		SendPower = 3		660		mA
A28-T2G4A27D1a	接收电流	全双工工作状态 (MD0=1, MD1=0)		18		mA
		同上 (MD0=0, MD1=1)				mA
		半双工工作状态 (MD0=0, MD1=0)		18		mA
A28-T2G4A27D1a	休眠电流	休眠配置工作状态 (MD0=1, MD1=1)		2.5		uA
A28-T2G4A27D1a	工作频段	2.4GHz~2.5GHz，出厂默认 2.4GHz	2.4	2.4	2.5	GHz
A28-T2G4A27D1a	发射功率	SendPower = 0		18		dBm
		SendPower = 1		21		dBm
		SendPower = 2		24		dBm
		SendPower = 3		27		dBm
A28-T2G4A27D1a	接收灵敏度	接收灵敏度和串口波特率、延迟时间无关		-129		dBm@LORA 调制方式下空 速 0
A28-T2G4A27D1a	工作温度	A28-T2G4A27D1A 工业品	-40		+85	°C
A28-T2G4A27D1a	工作湿度	相对湿度，无冷凝	10%		90%	
A28-T2G4A27D1a	存储温度		-40		+125	°C

五、模块功能

5.1 推荐连接图

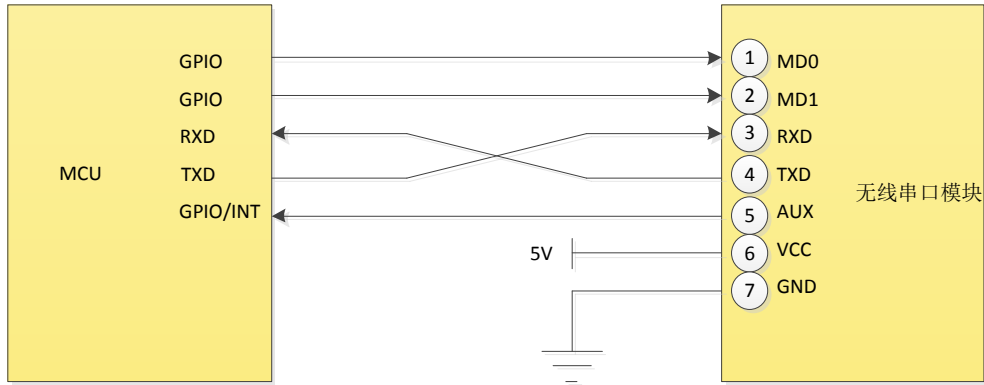


图 5-1 推荐连接图

5.2 引脚定义

引脚定义表

引脚序号	引脚名称	引脚方向	引脚用途
1	MD0	输入（极弱上拉）	配合低延迟工作状态引脚 MD1，决定模块的三种工作状态
2	MD1	输入（极弱上拉）	配合低延迟工作状态引脚 MD0，决定模块的三种工作状态
3	RXD	输入	TTL 串口输入，连接到外部 TXD 输出引脚，可配置为漏极开路或上拉输入，详见参数配置
4	TXD	输出	TTL 串口输出，连接到外部 RXD 输入引脚，可配置为漏极开路或上拉输入，详见参数配置
5	AUX	输出	用于指示模块工作状态，用户唤醒外部 MCU，上电自检初始化期间输出低电平，可配置为漏极开路输出或推挽输出，详见参数设置
6	VCC		供电电源，电压 3.0~5.5V
7	GND		地线，连接到电源参考地

5.3 引脚功能

➤ MD0 和 MD1 低延迟工作状态引脚功能

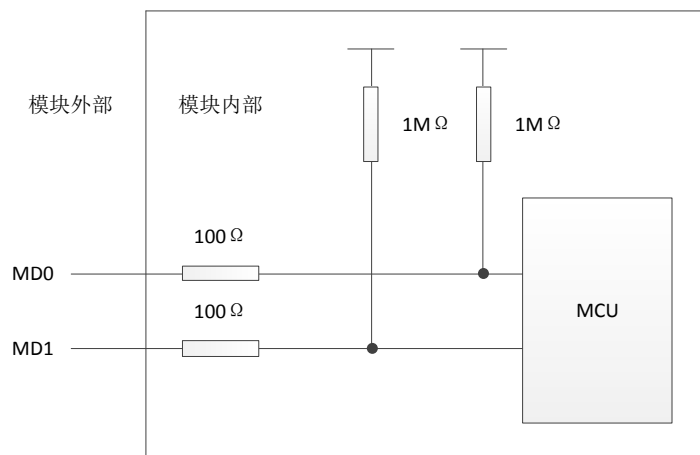


图 5-2 MD0、MD1 引脚内部结构示意图

低延迟工作状态引脚 MD0 和 MD1 高低电平的自由组合可以决定无线串口模块的三种工作状态，这三种工作状态可以自由切换。

工作状态切换时需注意以下两点特殊情况：

- 1、模块接收无线数据尚未输出完成，则数据输出完成后再进入新的状态。
- 2、模块发送无线数据尚未发送完成，则数据发送完成后再进入新的状态。

工作状态表

工作状态	MD0	MD1	工作状态介绍
半双工工作状态	0	0	串口打开，无线打开，半双工传输
全双工工作状态	0	1	串口打开，无线打开，全双工传输
全双工工作状态	1	0	串口打开，无线打开，全双工传输
休眠配置工作状态	1	1	模块进入休眠状态，仅能通过串口进行参数配置

状态通信表

接收 发送		工作状态		数据传输模式
		半双工工作状态	全双工工作状态	透明广播
工作状态	半双工工作状态	Y	Y	Y
	全双工工作状态	Y	Y	Y

➤ AUX 引脚功能

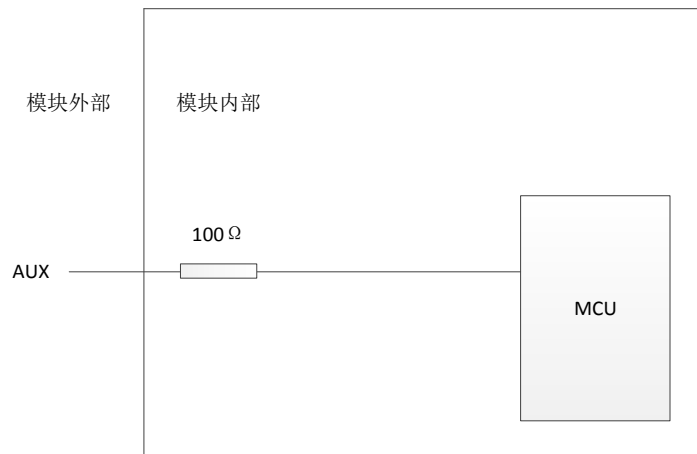


图 5-3 AUX 引脚内部结构示意图

AUX 用于无线收发缓冲指示和自检指示。它指示模块是否有数据尚未通过无线发出去，或已收到的数据是否已通过串口全部发出，或模块正在初始化自检过程中。

工作状态切换时 AUX 时序变换：工作状态切换前应当检测 AUX 引脚状态，当 AUX 为低电平时，表示模块繁忙；当 AUX 输出高电平约 2ms 后，表示此时模块处于空闲状态，模块可以开始工作状态切换，低延时工作状态引脚 MD0、MD1 电平开始跳变，AUX 继续输出高电平约 3ms 后，模块进行状态切换，当 AUX 输出低电平，表示正在切换状态，AUX 输出高电平，并保持约 2ms 表示状态切换完成。

在复位过程中，模块会重新初始化参数，期间 AUX 一直保持低电平。

➤ RXD 和 TXD 引脚功能

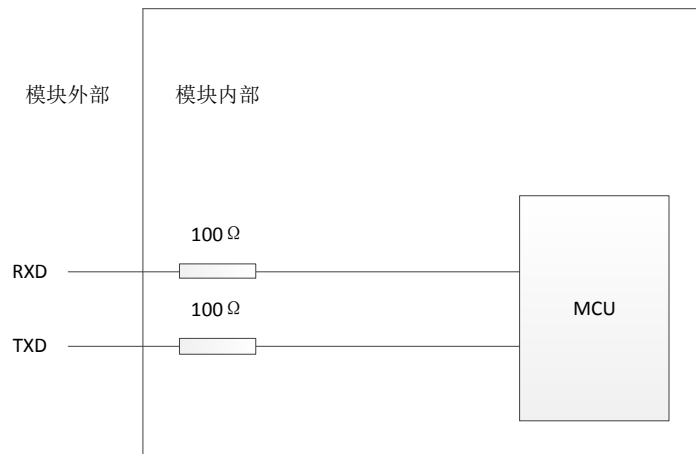


图 5-4 RXD、TXD 引脚内部结构示意图

RXD 和 TXD 串口数据收发引脚，同时，串口有 8 种常用的波特率可供选择，支持的波特率范围 1200~115200 (bps)；串口的校验方式也有奇校验、偶校验、无校验可供选择。串口传输字节格式如下图：



图 5-5 串口传输字节格式

IDLE：空闲时为高电平

St：起始位

P：校验位

Sp1：停止位

➤ VCC 和 GND 引脚功能

GND 表示接地线，VCC 表示供电电源，而模块电源自身有带 LDO，输入电压范围：3.0~5.5VDC，如下图：

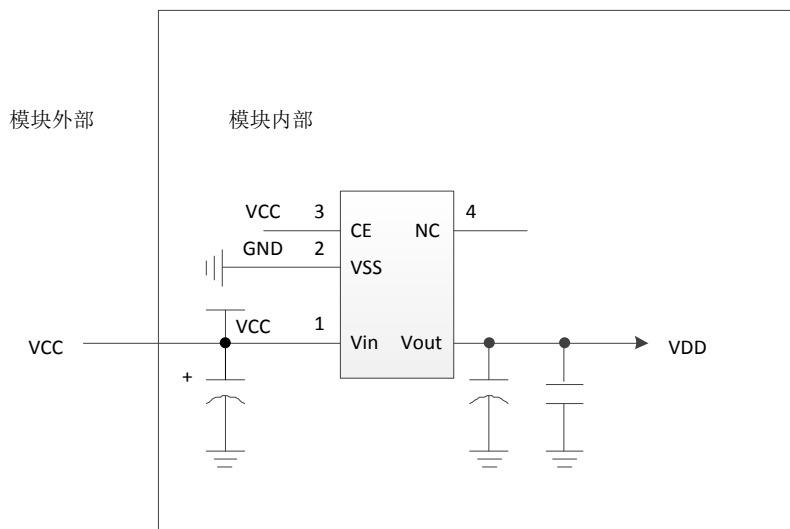


图 5-6 电源 LDO

注：输入电源纹波系数要控制在 100mV 以内，并可提供瞬间脉冲电流 1000mA 以上

电源电压小于临界值时，输出功率有所下降，但对接收性能影响较小。功率与电压的关系如图 5-7：

六、模块命令

6.1 命令格式

参数配置命令只支持在休眠工作状态下进行参数的修改，即低延时工作状态引脚都设置为高电平（MD0 = 1，MD1 = 1）。详细命令如下：

命令概述表

序号	命令	命令功能
1	0xC0	设置模块参数，该命令设置的参数断电后可保存
2	0xC2	设置模块参数，该命令设置的参数断电后不保存
3	0xC1 + 0xC1 + 0xC1	读取模块配置参数
4	0xC3 + 0xC3 + 0xC3	读取模块的硬件版本号
5	0xC4 + 0xC4 + 0xC4	复位模块命令
6	0xC9 + 0xC9 + 0xC9	恢复默认参数配置
7	0xF3 + 0xF3 + 0xF3	读取软件版本号
8	0xAF + 0xAF + 0x73 + 0x00 + 0xAF + 0xF3	读取当前数据的 RSSI
9	0xAF + 0xAF + 0x74 + 0x00 + 0xAF + 0xF4	读取环境的 RSSI

命令功能详解，以默认出厂配置为例，详见下表：

命令格式	模块应答	说明
0xC0 ADDH ADDL SPEED CHAN OPTION (详见参数配置寄存器说明)	OK	配置成功，返回 ASCII 字符串，配置参数掉电保存
	ERROR	配置失败，返回 ASCII 字符串，原配置参数未被更改
0xC2 ADDH ADDL SPEED CHAN OPTION (详见参数配置寄存器说明)	OK	配置成功，返回 ASCII 字符串，配置参数掉电不保存
	ERROR	配置失败，返回 ASCII 字符串，原配置参数未被更改
0xC1 0xC1 0xC1	C0 12 34 18 00 03	模块以十六进制格式返回当前的配置参数
0xC3 0xC3 0xC3	A28-T2G4A27D1a-V9.0	模块以 ASCII 格式会返回当前的硬件版本号
0xC4 0xC4 0xC4	OK	模块产生一次复位，复位过程中模块进行自检，AUX 进行输出低电平，复位完毕 AUX 输出高电平，模块开始正常工作。此时，可以进行状态切换或发起下一条指令
0xC9 0xC9 0xC9	OK	恢复默认参数
0xF3 0xF3 0xF3	A28-T2G4A27D1a-V9.00	模块以 ASCII 格式会返回当前的软件版本号
0xAF 0xAF 0x73 0x00 0xAF 0xF3	RSSI 的绝对值	读取当前数据 RSSI
0xAF 0xAF 0x74 0x00 0xAF 0xF4	RSSI 的绝对值	读取环境的 RSSI

6.2 模块参数寄存器

模块工作在休眠工作状态下可以进行模块的参数修改（即 MD0=1，MD1=1）。

参数寄存器（参数寄存器不能单独使用，必须按照配置参数的命令格式去使用，详见第六章 6.1 节）

ADDH 模块地址高 8 位寄存器

	ADDH[7:0]							
读写属性	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw
Default Value	0	0	0	1	0	0	1	0

ADDH[7:0]: 表示模块地址高字节，出厂默认 0x12

ADDL 模块地址低 8 位寄存器

	ADDL[7:0]							
读写属性	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw
Default Value	0	0	1	1	0	1	0	0

ADDL[7:0]: 表示模块地址低字节，出厂默认 0x34

SPEED 通信配置寄存器

	UART CS[1:0]		UART BAUD[2:0]			空速		
读写属性	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw
Default Value	0	0	0	1	1	0	0	0

SPEED[7:6] UART CS[1:0]: 串口校验位

- 00: 8N1（默认）
- 01: 8O1
- 10: 8E1
- 11: 同 8N1

SPEED[5:3] UART BAUD[2:0]: 串口波特率

- 000: 串口波特率为 1200 bps
- 001: 串口波特率为 2400 bps
- 010: 串口波特率为 4800 bps
- 011: 串口波特率为 9600 bps（默认）
- 100: 串口波特率为 19200 bps
- 101: 串口波特率为 38400 bps
- 110: 串口波特率为 57600 bps
- 111: 串口波特率为 115200 bps

SPEED[2:0] AIR_SPEED[2:0]: 空中速度

FLRC:

000: 空速 0 (默认)

001: 空速 1

010: 空速 2

011: 空速 3

100: 保留

101: 保留

110: 保留

111: 保留

LORA:

000: 空速 0 (默认)

001: 空速 1

010: 空速 2

011: 空速 3

100: 空速 4

101: 空速 5

110: 空速 6

111: 空速 7

注: 空速 0 为低空速, 空速 7 为高空速

部分空速与波特率组合可以实现传输无限包长, 参考下表标注为“✓”的组合, 也可设置为连续传输让空速自适应

FLRC 调制方式:

空速 波特率	空速 0	空速 1	空速 2	空速 3
1200	✓	✓	✓	✓
2400	✓	✓	✓	✓
4800	✓	✓	✓	✓
9600	✓	✓	✓	✓
19200	✓	✓	✓	✓
38400	✓	✓	✓	✓
57600	✓	✓	✓	✓
115200			✓	✓

LORA 调制方式:

空速 波特率	空速 0	空速 1	空速 2	空速 3	空速 4	空速 5	空速 6	空速 7
1200	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2400	1670ms	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4800		780ms	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9600			410ms	✓	✓	✓	✓	✓
19200				360ms	140ms	✓	✓	✓
38400						120ms	✓	✓

57600							60ms	✓
115200							50ms	

注：不可无限包长的可以参考表中的建议单包延时，LORA 测试的单包延时是以单包 240Byte 为例

CHAN 信道寄存器

	CHAN[7: 0]							
读写属性	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw
Default Value	0	0	0	0	0	0	0	0

CHAN [7 : 0]: 通信频率 (2400MHz~2500MHz)

出厂默认 : 0x00 (2400MHz)

FLRC(0 信道~50 信道: 频点: $2.400+2*CHAN$; 51 信道~100 信道: 频点 $2.401+2* (CHAN\%51)$)

LORA(0 信道~50 信道: 频点: $2400+2*CHAN$)

OPTION 特殊功能寄存器

	调制方式	连续传输	保留				SendPower[1: 0]	
读写属性	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw
Default Value	0	1	0	0	0	0	0	0

OPTION[7]: 调制方式

0: FLRC 调制方式 (默认)

1: LORA 调制方式

OPTION[6] 连续传输: 可以传输文件 (空速自适应, 不可配)

0: 非连续传输 (默认)

1: 连续传输

OPTION[5: 2]: 保留

OPTION[1: 0] SendPower[1: 0]: 发射功率

11: 27dBm (默认)

10: 24dBm

01: 21dBm

00: 18dBm

注: 功率均为典型值

6.3 模块出厂设置

寄存器出厂配置表：

寄存器名称	ADDH	ADDL	SPEED	CHAN	OPTION
寄存器参数	12	34	18	00	03

模块出厂参数表：

模块型号	工作频率	ID 地址	出厂信道	空中速率	串口速率	串口格式	调制方式	发射功率
A28-T2G4A27D1a	2400.0MHz	0x1234	0	空速 0	9600bps	8N1	FLRC	500mW

七、模块功能

7.1 模块功能概述

模块功能表

模块功能	发送方的数据格式	接收方的数据格式	功能简介
透明广播	用户数据	用户数据	任意模块发送数据，具有相同地址和相同信道的模块均可接收。发送数据透明，所发即所收。
半双工传输	用户数据	用户数据	模块同一时间只能单向传输，数据收发不能同时进行
全双工传输	用户数据	用户数据	模块可以双向传输，数据可以同时收发

7.2 模块功能详解

7.2.1 透明广播

➤ 功能说明

任意模块发送数据，具有相同地址且相同信道的模块均可同时接收数据。数据以透明方式发送和接收，所发即所收。

➤ 模块设置

1. MD0 = 0, MD1 = 0
2. 需将 OPTION 特殊功能寄存器的第 7 位配置成 0，透明传输模式
3. 发送模块和接收模块的地址设置成相同值
4. 发送模块和接收模块的信道设置成相同值

➤ 举例说明

发送方		接收方	
模块地址	0x1234（出厂默认）	模块地址	0x1234（出厂默认）
模块信道	0x00（出厂默认）	模块信道	0x00（出厂默认）
发送数据	用户数据	输出数据	用户数据

	0x11 0x22 0x33		0x11 0x22 0x33
--	----------------	--	----------------

7.2.2 半双工传输

➤ 功能说明

模块在进行高速数传时，在部分空速与波特率组合下不限制数据包长度同时只能进行单向传输。发送数据时不能接收数据，接收数据时不能发送数据。

➤ 模块设置

1. MD0 = 0, MD1 = 0;
2. 发送模块和接收模块的地址设置成相同
3. 发送模块和接收模块的信道设置成相同

➤ 举例说明

发送方		接收方	
模块地址	0x1234	模块地址	0x1234
模块信道	0x00	模块信道	0x00
发送数据	用户数据	输出数据	用户数据
	0x11 0x22 0x33		0x11 0x22 0x33

7.2.3 全双工传输

➤ 功能说明

模块在进行高速数传时，在部分空速与波特率组合下不限制数据包长度同时双向传输。发送数据同时能接收数据，接收数据时同时能发送数据。

➤ 模块设置

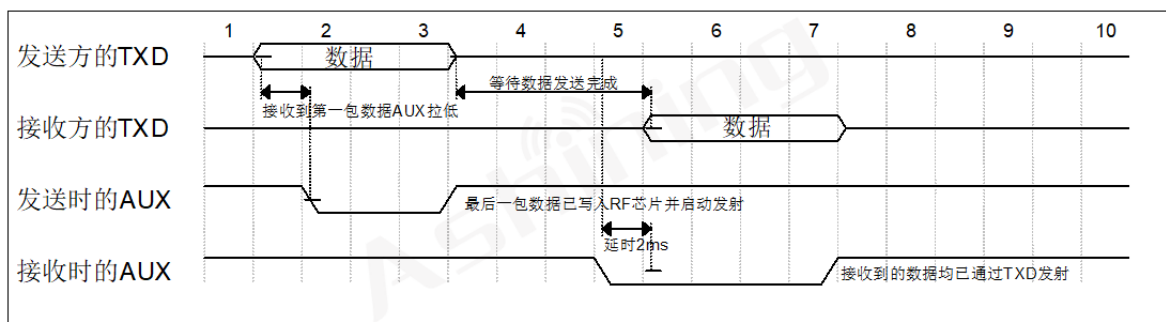
1. MD0 = 1, MD1 = 0; MD0 = 0, MD1 = 1;
2. 发送模块和接收模块的地址设置成相同
3. 发送模块和接收模块的信道设置成相同

➤ 举例说明

发送方		接收方	
模块地址	0x1234	模块地址	0x1234
模块信道	0x00	模块信道	0x00
发送数据	用户数据	输出数据	用户数据
	0x11 0x22 0x33		0x11 0x22 0x33

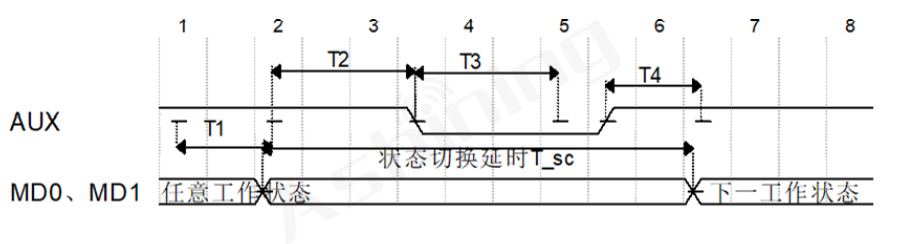
八、时序图

8.1 数据传输时序图



8.2 状态切换时序图

模块从任意工作状态切换到下一工作状态都会有一段切换延时 T_{sc} ，在切换到下一工作状态后，如果模块没有执行其他工作状态切换操作，那么模块会一直工作在切换后的工作状态。工作状态切换与模块上一工作状态无关，用户只需在切换过程中进行状态切换延时，然后选择低延迟工作状态引脚 MD0 和 MD1 进行高低电平操作，即可切换到想要的工作状态。



符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位
T1	等待最后一包数据发送完成，确保模块处于空闲		2		ms
T2	消抖延时		3		ms
T3	开始状态切换		3		ms
T4	判断状态切换是否完成		2		ms
T_{sc}	状态切换延时		300		us

注：

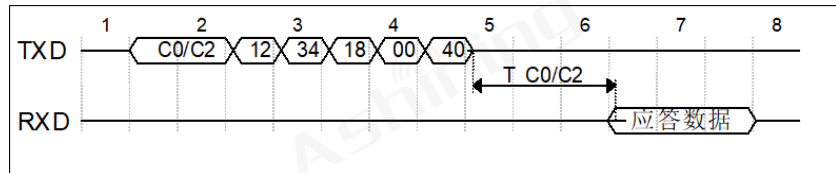
[1] 工作状态切换只在 AUX 为高电平时才能切换，此时模块处于空闲状态；若 AUX 为低电平，则表示此时模块繁忙，发送（接收）不为空，数据还未发送（接收）完成，需用户添加延时，等待数据收发完成后，即可开始工作状态切换。

[2] T_{sc} 测得的值是表示硬件状态切换的时间。

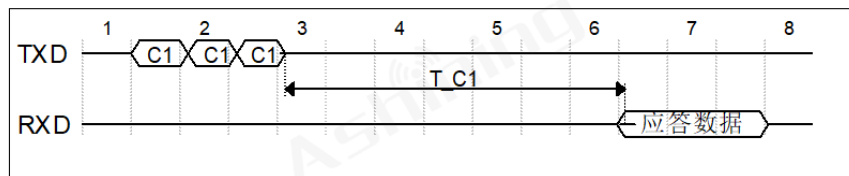
8.3 模块命令时序图

命令时序图如下：

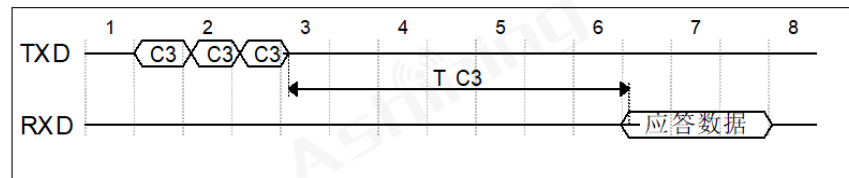
1. 模块参数配置命令



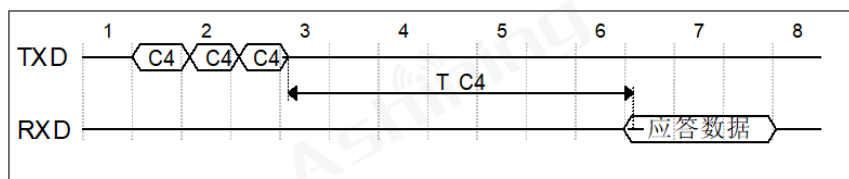
2. 读取模块配置参数命令



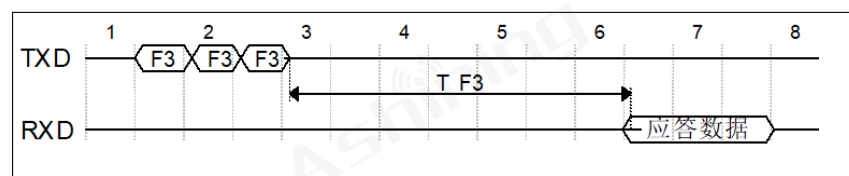
3. 读取模块硬件版本号命令



4. 模块复位命令



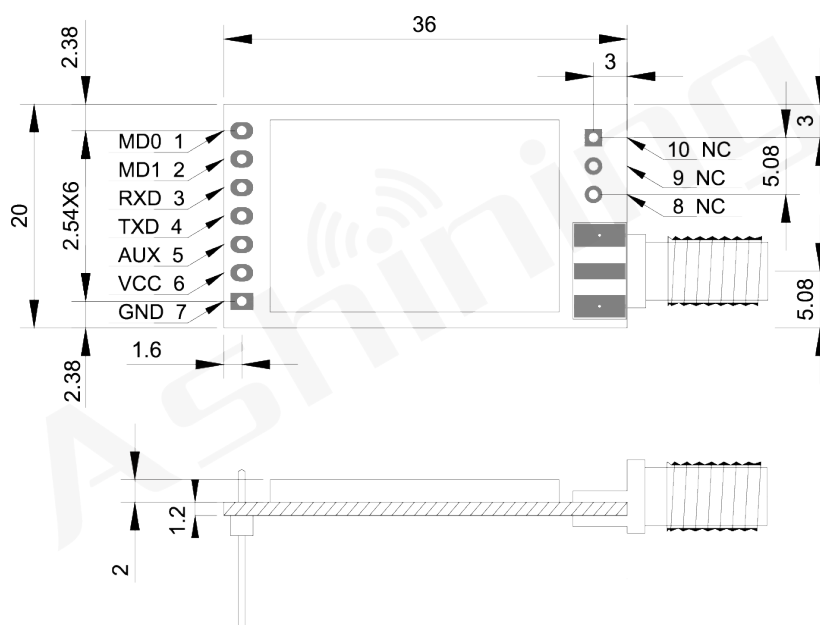
5. 读取模块软件版本号命令



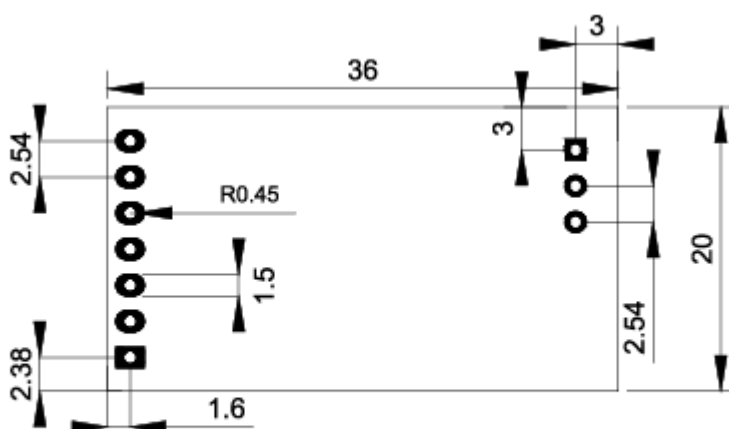
参数名称	T_answer	描述	最小值	典型值	最大值	单位
模块命令应答延时	T_C0/C2	参数配置延时		30		ms
	T_C1	读取模块配置参数延时		5		ms
	T_C3	读取模块硬件版本号延时		5		ms
	T_C4	等待模块复位延时				ms
	T_F3	读取模块软件版本号延时		5		ms
等待数据发送完成延时	T_Packet	发送完一包数据所需要的延时时间				ms

九、封装信息

9.1 机械尺寸(unit: mm)



9.2 参考焊盘设计(unit: mm)

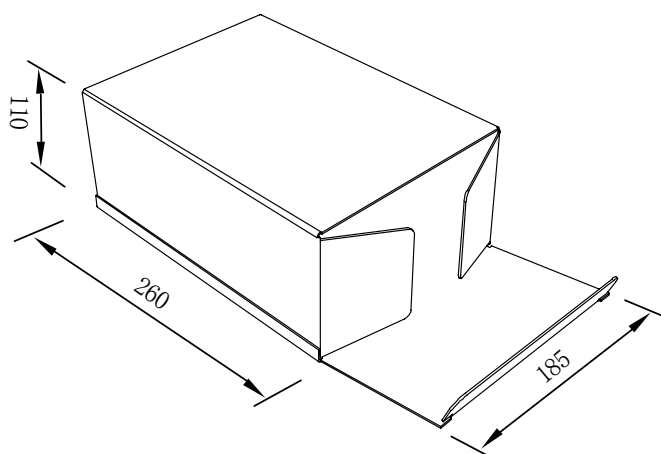
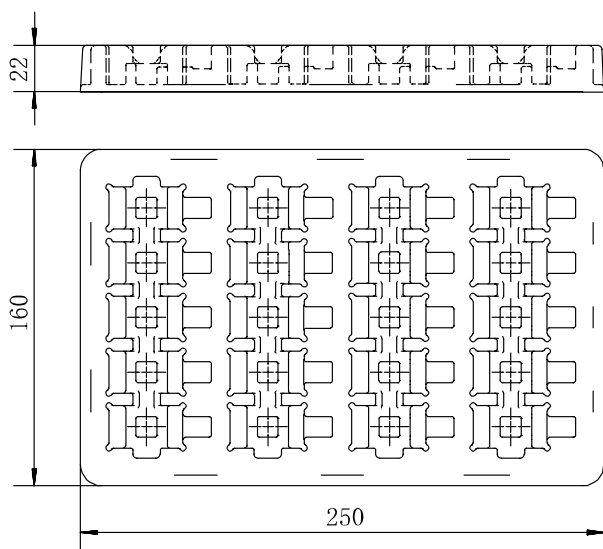


十、包装方式

10.1 静电袋包装



10.2 托盘包装(unit: mm)



重要说明和免责声明

由于随着产品的硬件及软件的不断改进，此规格书可能会有所更改，最终应以最新版规格书为准。

使用本产品的用户需要到官方网站关注产品动态，以使用户及时获取到本产品的最新信息。

本规格书所用到的图片、图表均为说明本产品的功能，仅供参考。

本规格书中的测量数据均是我司在常温下测得的，仅供参考，具体请以实测为准。

成都泽耀科技有限公司保留对本规格书中的所有内容的最终解释权及修改权。