

高性能、超低功耗

FBT24数据手册 V1.3

产品特性

- 频段
 - 430M 至 440M
 - 470M 至 510M
- 串口支持多速率、多格式通信：
 - 1.2kbps 至 115.2kbps
 - 奇偶校验
 - 1位、1.5位、2位停止位
- 1.9V 至 3.6V 超低电源供电
- 接收灵敏度 (BER)
 - 127dBm(433.1MHz、300bps)
- 极低功耗
 - 1.5uA (SLEEP 模式)
 - 1S 周期无线唤醒电流**低于 35uA**@9600bps
 - 15.0mA (RX 模式)
 - 95.0mA (TX 模式@17dBm)
- 多级功率设置，方便功耗调节：6dBm 至 20dBm
- 双 256 个字节的独立收发数据缓冲区
- 4 种工作模式供用户选择切换
 - 正常模式
 - 唤醒模式
 - 省电模式
 - 睡眠模式
- 独特的扩频调制技术，超强抗干扰能力
- 根据用户需要在线修改模块参数功能
- 灵活的通信模式：
 - 地址模式
 - 透传模式



订购信息

插针式封装(FBT24)

- 小尺寸直插式封装 (33mm * 18mm)
- 2.0mm 引脚间距

应用

- 无线报警和安防系统
- 无线传感器组网
- 无线远程抄表
- 智能家居、楼宇自动化
- 工业自动测控、监测
- 牧业、农业自动化监控
- 智能交通

1、概述	2
2、电气参数	2
表 1: 运行环境	2
表 2: 电流消耗	2
表 3: 工作模式下电流消耗	3
表 4: 模式切换时间	3
3、模块尺寸及引脚功能说明	3
3.1 模块尺寸 (MM)	3
3.2 引脚说明	4
3.3 使用接线图	4
4、工作模式与功耗计算	4
4.1 模块收发数据帧格式	4
4.2 工作模式	5
4.3 功耗计算	5
5、模块传输模式	6
地址透传模式	6
5.1 透传模式	6
5.2 地址模式	7
5.2.1 地址非透传模式	7
5.2.2 地址透传模式	7
6、模块参数设置	6
6.1 模块参数	8
6.2 在线 FLASH 设置	10
6.3 在线临时参数设置	12
6.4 读取空中信号强度	13
7、注意事项	13
7.1 正常模式下无线通信中数据的延迟	13
7.2 正常模式下数据流的控制	13
7.3 省电模式下的睡眠时间设置	13
7.4 模块设置引脚控制	13
7.5 模块传输距离	14
7.6 电源	14
7.6 关于天线	14
8、常见问题	14
9、免责声明	15
10、版权说明	15
11、版本信息	15

1、概述

FBT24 是一款工作在 430M 至 510M 频段的极低功耗、高性能、高集成度数传模块，模块采用特别的扩频技术，配合低功耗高速芯片及前向纠错技术，支持 300bps 至 19.2kbps 的数据速率。特别适合于对功耗、抗干扰及距离要求极高场合；如水、电、气、热表的集抄，低功耗远距离传感网络、环境复杂的远程工业自动控制场合。

模块内设双 256Bytes 大容量数据缓冲区，在缓冲区为空时，用户一次可以向模块传输 256Bytes 的数据，当空中速率大于串口速率时，用户可以连续传输无限长的数据。

模块有四种工作模式：正常模式、唤醒模式、省电模式、睡眠模式；用户可方便的根据不同的功耗需求在不同模式间切换。

模块支持多种串口速率和校验方式，支持透明传输和地址传输两种方式；在透明传输方式下，模块所收数据就是用户所发数据，适用于用户的标准或是非标准协议；地址传输方式下，适合小规模组网应用，配合模块的四种工作模式使用，可以实现对指定地址的传输及唤醒，大大降低电池供电系统的功耗开销。

FBT24 的电源电压范围为 1.9V 至 3.6V，在 Tx 和 Rx 模式下的功耗均非常低，因此电池供电的系统中在保持出色的 RF 性能的同时，能够长时间的工作。在睡眠模式下待机电流低至 1.5uA。

FBT24 可通过串口很方便的设置模块各种参数，我司同时也提供便捷的 PC 端设置软件在线修改模块参数。具体参数设置参见模块参数设置章节。

2、电气参数

除非另有说明，VDD = 3.3V , T_A = 25°C。

表 1：运行环境

参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压 (VDD)	1.9	3.3	3.6	V
工作温度 (T _A)	-20	25	80	°C
工作频率	430.1		440.1	MHz
	470		510	

表 2：电流消耗

工作频率 434 MHz，空中数据速率 9.6 kbps，输出功率 +17dBm 时。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
睡眠电流		1.5		uA
接收电流		15		mA
发送电流		95		mA

表 3：工作模式下电流消耗

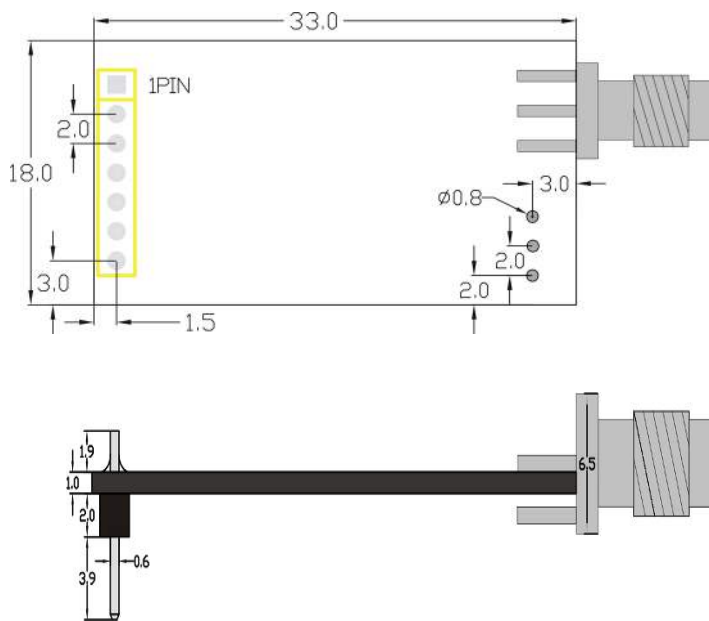
参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
正常模式	模式 1: SEL_A=0, SEL_B=0		15		mA
唤醒模式	模式 2: SEL_A=0, SEL_B=1		15		mA
省电模式	模式 3: SEL_A=1, SEL_B=0				uA
睡眠模式	模式 4: SEL_A=1, SEL_B=1			1.5	uA

表 4：模式切换时间(仅限无数据收发及各状态稳定运行后切换)

描述	最小值	典型值	最大值	单位
其他模式到正常模式		150		uS
其他模式到唤醒模式		150		uS
其他模式到省电模式		80		uS
其他模式到睡眠模式		180		uS

3、模块尺寸及引脚功能说明

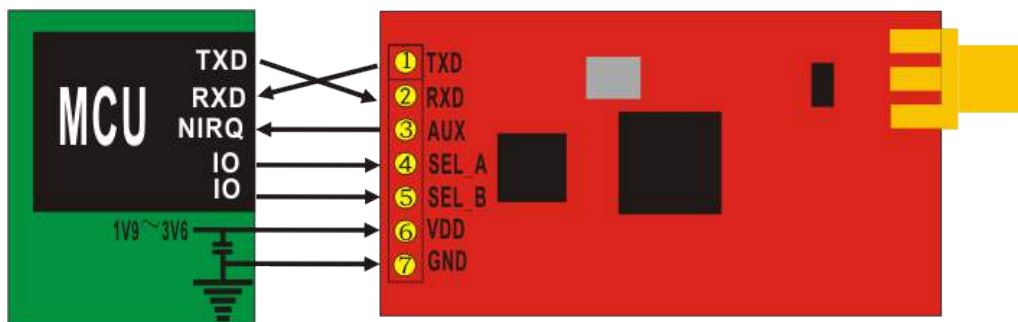
3.1 模块尺寸 (mm)



3.2 引脚说明

引脚编号	引脚名称	I/O	功能
1	TXD	O	串口输出, TTL 电平
2	RXD	I	串口输入, TTL 电平
3	AUX	O	模块状态指示, 可当中断信号唤醒上位机
4	SEL_A	I	模块模式选择位 A
5	SEL_B	I	模块模式选择位 B
6	VDD	-	电源 1.9—3.6V
7	GND	-	地

3.3 使用接线图



4、工作模式与功耗计算

4.1 模块收发数据帧格式

模块收发数据帧格式由四部分组成，如下：（用户口使用模块时不需关注）

- 前导码 (1010.....)
- 同步字
- 有效载荷
- CRC 校验

Preamble	Sync Word	Payload	CRC
前导码	同步字	有效载荷	校验

模块数据帧中的前导码为一串 1010，其主要作用是为了使目的接收机时钟和发送机同步。不同的模式下前导码长度会不一样，在省电模式下长度会更长，主要功能是为了能唤醒接收模块，使其进入正常接收数据。如设置接收端每 1 秒钟自唤醒一次，那么接收端每隔 1 秒钟醒来一次搜索前导码。而发射机首先发射 1 秒以上的前导码后再发射同步字及数据，也就是说接收机在唤醒的周期，只要发现信道中有前导码，正常情况下都能成功检测到并唤醒接收。

4.2 工作模式

FBT24 模块有四种工作模式，利用 SEL_A 和 SEL_B 组合来配置模块的工作模式，如下：

SEL_A	SEL_B	工作模式	工作状态描述
0	0	正常模式 (模式 1)	在该模式下，当串口接收到数据时，模块将进入发送状态，当数据发送完成后，重新进入持续接收状态，因为是正常发送数据，所以发送的是普通长度前导。 当模块串口接收到数据时 AUX 管脚会被拉低，数据发送完成后置高。 当射频端收到数据后，AUX 将被置低，当串口将数据发送完成后将被置高。
0	1	唤醒模式 (模式 2)	在该模式下，当串口接收到数据时，模块将进入发送状态，发送前导码长度为一个睡眠周期和同步码，当数据发送完成过后，重新进入持续接收状态。 当模块串口接收到数据时 AUX 管脚会被拉低，数据发送完成后置高。 当射频端收到数据后，AUX 将被置低，当串口将数据发送完成后将被置高。
1	0	省电模式 (模式 3)	在该模式下，接收机在一个睡眠周期后搜索信道中是否有长前导码存在，如果没有则立刻休眠等待下一个睡眠周期后再搜索，反之则处于接收状态，等待同步码到来，将数据接收下来，置低 AUX，串口输出结束后关闭串口，置高 AUX 进入睡眠模式，等待下一个休眠被唤醒。
1	1	睡眠模式 (模式 4)	在该模式下，模块处于睡眠状态。模块的射频电路和单片机均处于睡眠状态，模块工作电流小于 1.5uA。在该模式下可进行模块参数掉电不丢失设置。

睡眠时模块的 SEL_A、SEL_B 均需保持相应的电平，并且能快速切换各种状态，这意味模块在睡眠状态时，置低 SEL_A 脚后就可以通过 UART 口输入数据至模块。需注意的是模块在接收或发送过程中，即使设置模块至省电模式或睡眠模式，模块也要将接收或发送过程执行完毕再进入省电模式或睡眠模式，其中在接收或发送过程中 AUX 脚将被置低。利用这个特点，当模块处于省电模式或睡眠模式，用户在置低 SEL_A 脚使模块唤醒并输入数据后，若需休眠可立刻置高 SEL_A 脚，而不必等到模块将数据发送完毕，模块在数据发送结束后会自动检测 SEL_A 脚电平，如为高则进入睡眠，数据是否发送结束用户可以通过查询 AUX 脚获得。

4.3 功耗计算

使用寿命计算：

$$\text{使用寿命} = \frac{\square \text{池} \square \square \square \text{ mAH}}{\text{平均电流} \square \text{ mA}}$$

$$\text{平均电流} = \frac{\text{休眠周期 (mS)} * \text{休眠电流 (mA)} + \text{搜索前导码时间 (mS)} * \text{接收电流 (mA)}}{\text{休眠周期 (mS)} + \text{搜索前导码时间 (mS)}}$$

例：设空中波特率为 9.6k，一个休眠周期为睡眠 1s，搜索前导码时间 2.2ms，休眠时模块的电流为 0.0012mA，搜索前导码时的接收电流为 15mA，电池容量设为 3600mAH：

$$\frac{3600\text{mAH}}{0.0012\text{mA} * 1000\text{mS} + 15\text{mA} * 2.2\text{mS}} * (1000\text{mS} + 2.2\text{mS}) \approx 105495\text{H}$$

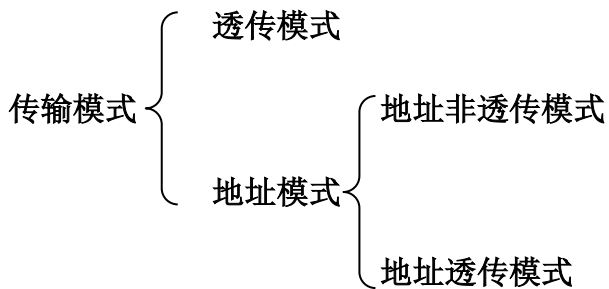
综上所述，本模块使用一节 3600mAH，在 9.6kbps 的波特率下以 1S 周期性唤醒的情况下可待 105495H（约 12year）。

不同波特率下 1S 唤醒周期时的平均电流：

波特率 (bps)	300	1200	2400	9600	19200	38400
平均电流 (uA)	512	220	120	33	22	14

5、模块传输模式

FBT24 模块支持透传模式和地址模式通信；其中，地址模式通信下即可支持地址非透传通信，也支持地址透传通信。



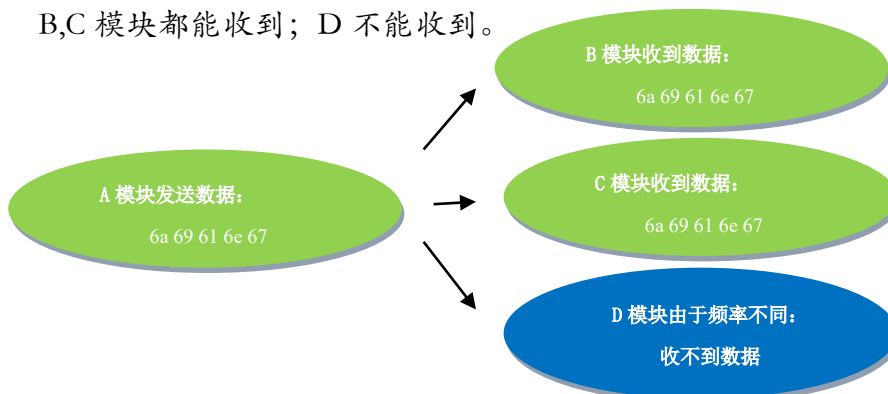
5.1 透传模式

同一频率下，若干模块处于透传模式通信时，其中任意一个模块发送数据，其他所有模块都能够接收到该模块所发出的数据。

例： A,B,C 模块都工作在 1 频道，透传模式； D 模块工作在 3 频道，透传模式；

A 模块发送字符串“FengBao”，即：0x46 0x65 0x6E 0x67 0x42 0x61 0x6F；

B,C 模块都能收到； D 不能收到。



5.2 地址模式

地址模式：模块之间传输数据既需要频率相同，也需要判别目标地址与自身地址相同，才能接收到发送方所发送数据。

地址模式下有两种通信方式：地址非透传通信、地址透传通信。

5.2.1 地址非透传模式

同一频率下，若干模块处于地址非透传模式通信时，若需模块 A 与模块 B 通信，则模块 A 的待发送数据前端必须加上模块 B 的地址编号。若所加地址编号与模块 C 的不相同，则模块 A 与模块 C 将无法通信。

例：同频道的 A,B,C 模块都工作在地址模式；D 模块工作在地址模式，但频道不同

A 模块频道为 1，地址为：1；

B 模块频道为 1，地址为：2；

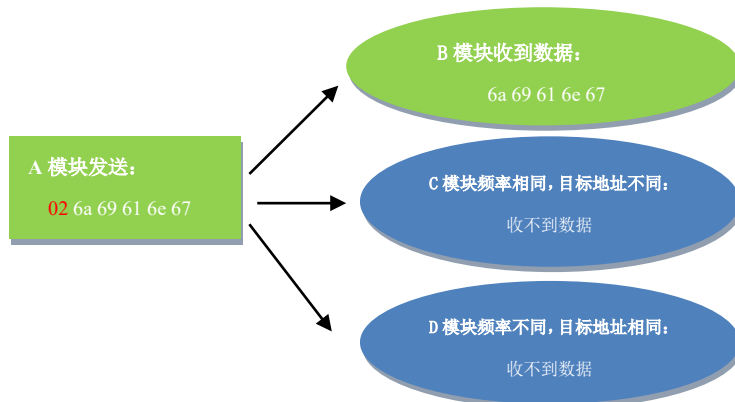
C 模块频道为 1，地址为：3；

D 模块频道为 2，地址为：2；

A 模块向 B 模块发送字符串“FengBao”，在字符串前加上 B 模块的节点地址

即：`0x02 0x46 0x65 0x6E 0x67 0x42 0x61 0x6F`；

此时，B 模块能收到 A 模块的数据，并在串口输出字符串“FengBao”，但 C,D 模块收不到。



5.2.2 地址透传模式

同一频率下，若干模块处于地址透传模式通信时，若需模块 A 与模块 B 通信，则模块 A 的地址必须与模块 B 的地址相同。

例：同频道的 A,B,C 模块都工作在地址透传模式；D 模块也工作在地址透传模式，但频道不同

同：

A 模块频道为 1，地址为：1；

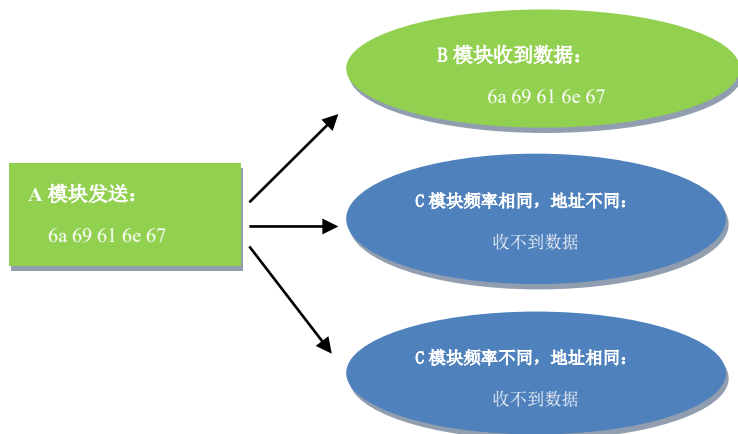
B 模块频道为 1，地址为：1；

C 模块频道为 1，地址为：3；

D 模块频道为 2，地址为：1；

A 模块发送字符串 “FengBao” ,即： 0x46 0x65 0x6E 0x67 0x42 0x61 0x6F；

此时，B 模块能收到 A 模块的数据，并在串口输出字符串 “FengBao” ,但 C,D 模块收不到。



6、模块参数设置

模块参数设置方式有：

在线 flash 设置：所有参数通过一条命令（MODI）设置完成，参数设置后，**掉电不丢失**，下次上电仍然按设置参数工作

在线临时设置：可以分项对某个参数设置，**掉电后丢失**；再次上电，需重新设置参数，否则将按 FLASH 存储参数工作。此种参数设置方式适合需要经常修改模块工作参数的应用。

信号强度读取：通过 RSSI 命令可以读取当前空中信号强度和上一次接收的信号强度，方便强健的组网应用。

6.1 模块参数

参数	字节数	值	说明
串口速率	1	0-0x07 0x00: 1.2kbps 0x01: 2.4kbps 0x02: 4.8 kbps 0x03: 9.6 kbps (d) 0x04: 19.2 kbps 0x05: 38.4 kbps 0x06: 57.6 kbps 0x07: 115.2 kbps	在功耗要求很高的场合，可以把波特率设置成较高，快速把数据输入到模块，切换模式；模块收到串口数据后，发射完成，AUX 引脚会置高，用户利用这一特征，可以很方便的将主控 MCU 降到尽可能低的功耗 使用无线模块时，各无线模块的串口通信速率及校验不必完全一样 串口参数和无线传输参数无关，不影响无线收发特性。
串口格式	1	0b00 00 00 00 校验 b1b0(1:0)	8N1 数据格式设置：00000000=0x00 8O1 数据格式设置：00000101=0x05

		<p>00:No (d)</p> <p>01:Odd</p> <p>10:Even</p> <p>数据总长度 b3b2(3:2)</p> <p>00:8bit (d)</p> <p>01:9bit</p> <p>停止位 b5b4(5:4)</p> <p>00:1bit (d)</p> <p>01:1.5bit</p> <p>10:2bit</p>	
空中速率	1	<p>0-0x05</p> <p>0x00: 0.3kbps</p> <p>0x01: 1.2kbps</p> <p>0x02: 2.4 kbps</p> <p>0x03: 9.6 kbps (d)</p> <p>0x04: 19.2 kbps</p> <p>0x05: 38.4 kbps</p>	<p>空中速率越高，传输距离越近，</p> <p>对传输距离要求较远或障碍物较多时，尽量设置成低波特率通信</p> <p>模块间通信，空中速率必须一致。</p>
频率	3	<p>起始频率为 430100kHz，以 KHz 为单位，</p>	<p>例：起始频率默认：430100kHz 为 0x06, 0x90, 0x14(d)，不可更改</p>
频道号	1	<p>0x00-0x0A:</p> <p>0x00: (d)</p> <p>0x01:</p> <p>...</p>	<p>频率步进为 1Mhz，</p> <p>当前通信频率 = 所设置频率+频道号 * 1000kHz < 440.1MHz</p>
传输模式	1	<p>0-0x02:</p> <p>0x00:透传模式 (d)</p> <p>0x01:地址非透传模式</p> <p>0x02:地址透传模式</p>	<p>用户根据使用场景不一样，选择不同模式</p>
网络编号	1	<p>0-0xFE</p>	<p>网络编号</p>
地址编号	1	<p>0-0xF9</p>	<p>如要生效必须将“传输模式”设置成“地址模式”</p> <p>0XFF 为广播指令，所有网络模式设备均可收到消息。</p>
发射功率	1	<p>0-0x07</p> <p>0x00: 6dbm</p> <p>0x01: 8dbm</p> <p>0x02: 10dbm</p> <p>0x03: 12dbm</p> <p>0x04: 14dbm</p> <p>0x05: 16dbm</p> <p>0x06: 18dbm</p> <p>0x07: 20dbm(d)</p>	<p>用户可根据通信距离的远近，灵活控制发射功率</p>

<p>唤醒周期</p>	<p>1</p>	<p>0-0x06 0x00: 128ms (d) 0x01: 256ms 0x02: 512ms 0x03: 1s 0x04: 2s 0x05: 4s 0x06: 8s</p>	<p>用户根据能耗预算及响应速度设置唤醒时间。 在满足能耗的情况下，尽量设置较短的唤醒时间； 唤醒时间过长，发端需发射比较长的前导码，发端功耗会增加，距离会降低。</p>
<p>并发/纠错 设置</p>	<p>1</p>	<p>0b 0000 0000 并发开关(3:0) 0000: 并发关 (d) 0001: 并发开 FEC 开关(7:4) 0000: FEC 关 0001: FEC 开 (d)</p>	<p>并发模式关时，模块将直接发送串口接收数据，适合同区域无多节点同时发送的情况，这种模式下，可以有良好的功耗表现。 并发模式开时，模块发送数据前会侦测空中信道；适合在同区域内多节点同时发送的情况，比如：设备报警信息。 启动并发模式时，不论模块工作在透传模式，还是地址模式，都需要把模块设置成不同的地址编号，以保证并发功能的正常运行。 前向纠错适用于干扰比较大的场合，但使用前向纠错会降低模块传输效率(FEC 非定制项目不可关闭)</p>

注：“(d)”代表出厂默认值。

6.2 在线 flash 设置

在线 flash 设置模块参数是通过模块串口(1、2脚)完成的。**设置步骤：**

- 1、模块正常上电工作；
- 2、将模块置为睡眠模式（模式4）；
- 3、监控 AUX 是否为高（为低，处于收发过程中）；
- 4、如果 AUX 为高，表明模块处于睡眠模式，即可进行参数设置；此时所设置参数将会被写入 flash，掉电将不会丢失。

串口输入口(RXD) 输入设置命令后能将模块重新唤醒，此时无论 UART 口是何状态，模块自动将串口波特率转变为 9600bps，无校验模式。设置命令正确则应返回应答指令，模块自动复位重新初始化，然后模块即可在设置的参数上运行。

需注意：输入设置命令如果有误，模块将保持原值，然后继续睡眠。

FBT24 模块在线设置命令有读参数命令和写参数命令，其相关格式以及应答指令格式如下：

注：没特别申明时，所有命令都是 HEX 格式

■ 读参数命令：

输入：

<p>帧头 (FB)</p>	<p>命令行 READ</p>
<p>4a 54</p>	<p>52 45 41 44</p>

应答命令：

<p>帧头 (FB)</p>	<p>返回参数</p>										
<p>4a 54</p>	<p>串口 速率</p>	<p>串口 格式</p>	<p>空中 速率</p>	<p>通信 频率</p>	<p>频道 号</p>	<p>传输 模式</p>	<p>网络 编号</p>	<p>地址 编号</p>	<p>发射 功率</p>	<p>睡眠 周期</p>	<p>并发 /FEC</p>

写参数命令:

输入:

帧头 (FB)	命令行	设置参数
	4a 54	MODI 4d 4f 44 49

应答命令:

帧头 (FB)	返回参数										
4a 54	串口 速率	串口 格式	空中 速率	通信 频率	频道 号	传输 模式	网络 编号	地址 编号	发射 功率	睡眠 周期	并发 /FEC

恢复出厂设置

恢复出厂设置功能是把模块内部参数初始化为出厂设计的参数，用户初始化之后可以再对模块进行参数设置；设置方法和上述一样，恢复出厂设置模块需要处于正常模式或者是唤醒模式下进行。

设置格式如下:

输入:

帧头 (FB)	命令行
4a 54	REFA 52 45 46 41

应答命令:

帧头 (FB)	返回参数										
	串口 速率	串口 格式	空中 速率	通信频率	频道 号	传输 模式	网络 编号	地址 编号	发射 功率	睡眠 周期	并发/ 纠错
4a 54	03	00	03	06, 90, 14	00	00	00	00	07	00	00
	9600 bps	无校 验	9600 bps	430.1M	0频 道	透传 模式			20dB m	128 mS	并发 /FEC 关闭

我司开发设置模块的软件，用户可方便的通过PC修改:

6.3 在线临时参数设置

在线临时参数设置是将设置参数按照给定格式通过串口发往模块，此时模块会识别当前收到的数据格式，修改相应的参数配置，并且参数设置将不会写入 flash，模块掉电后将会以 flash 中的数据继续运行，上一次临时设置参数失效。

读参数命令帧格式：

输入：

帧头 (FB)	命令行	校验和
4a 54		

应答命令：

正确：返回命令行对应的设置参数。

错误：返回 FALS

命令行
FALS
46 41 4C 53

设置临时参数命令帧格式：

输入：

帧头 (FB)	命令行	设置参数	校验和
4a 54			所有命令帧字节相加取低 8 位

命令行及对应设置参数：

命令行	ASCII	对应设置/返回参数
CHUT	43 48 55 54	串口速率+串口格式
ARBP	41 52 42 50	空中速率
FREQ	46 52 45 51	频率+频道号
NEAD	4E 45 41 44	传输模式+网络编号+地址编号
RFPA	52 46 50 41	发射功率
RFWK	52 46 57 4b	唤醒周期
BURS	42 55 52 53	并发/FEC 配置

应答命令：

正确：返回 TRUE

命令行
TRUE

54 52 55 45

错误：返回 FALS

命令行
FALS
46 41 4C 53

6.4 读取空中信号强度

FBT24 读取空中信号强度命令：（工作在正常模式或唤醒模式）

输入：

帧头 (FB)	命令行	校验和
	RSSI	
4a 54	52 53 53 49	df

应答命令：

当前空中信号强度 1byte	最后一次接收数据时的空中信号强度 1byte
-------------------	---------------------------

7、注意事项

7.1 正常模式下无线通信中数据的延迟

无线模块的通信机理是：无线模块发射端从终端设备接收到一定量的数据后，或是等待一定时间没有接收新的数据时才开始发射，所以无线通信的发射端到接收端存在着一定时间的延时，具体时间是受串口速率，空中速率及数据包的大小决定的，如果参数固定的条件下，传输延迟时间是固定的。

7.2 正常模式下数据流的控制

由于无线数据空中传输不只传输了用户的有效数据，还包括前导码，同步码等数据，模块虽然有 256bytes 大容量缓冲区，但若串口速率大于或等于空中速率，可能会出现数据溢出而导致的数据丢失的现象。

7.3 省电模式下的睡眠时间设置

模块可根据用户需求设置唤醒时间，此时间的设定要根据系统功耗要求及响应时间的评估做出取舍。

7.4 模块设置引脚控制

模块设置引脚虽然内部有弱上拉，但在工作中一定要设置在一个固定的电平，而不能悬空，否则模块有可能工作在不定状态

7.5 模块传输距离

模块的标称距离，都是在空旷传输距离；

测试条件为：离地 1.5m 以上高度，3dbi 天线，晴好天气

距离仅供参考，环境不一样，距离远近也不一样，建议客户在评估时做具体使用环境实测，

7.6 电源

无线射频传输模块对电源品质的要求，高于常规低频电路，尤其在用户外置 LDO 电路中体现较为明显。一些低压差、低静态电流的 LDO，往往具有较差的纹波抑制能力。无线模块启动发射瞬间，由于电流突变，这类 LDO 瞬态响应不好，极易引起自激，在示波器上表现为一个向上的毛刺，紧接着一个向下的毛刺，然后趋于平稳。用户必须避免这种情况出现。DCDC 或常规 LDO 则表现更好，但是可能带来较大的静态电流。

无线模块还需良好的接地，由于其他电路带来的地噪声，也可能引起无线模块性能下降甚至工作异常；最常见的是导致传输距离变近或误码增加。

外部电源必须提供足够的电流输出能力和瞬态响应能力。收发切换是一个负载电流突变的过

7.6 关于天线

在无线传输系统中，天线是至关重要的部分。

a. 天线尽可能垂直于地面安置，无线传输效果将增强。

b. 从天线尺寸讲，尺寸越大的天线，具有更高的增益，也能带来更好的接收效果。

c. 市面天线参数参差不齐，有条件的话，请测试评估天线的驻波比等参数。一般达标值为：低于 1.5。

d. 若将天线放置在金属壳体内，其直观收发效果将明显下降，原因是信号屏蔽，且由于周围物体的存在，会改变天线的谐振频率，导致预期频点上的驻波比上升。所以，天线周边越空旷越好。

e. 驻波比上升的结果是：辐射到空中的分量减小，反射回电路板的分量增大，距离当然更近。大功率电台发射时，甚至可能会由于反射能量太大而导致电路烧毁。

f. 更大增益的天线，能使得电磁波辐射更远，接收灵敏度更强，但是方向性更强。无线模块还需良好的接地，由于其他电路带来的地噪声，也可能引起无线模块性能下降甚至工作异常；最常见的是导致传输距离变近或误码增加。

8、常见问题

- | | |
|--|--|
| | <ol style="list-style-type: none">1. 电源连接不正常。2. 两模块间的频率不一致。3. 两模块间的空中速率不一致。4. 目标板与模块的通信协议不一致。 |
|--|--|

模块间不能通信	<ol style="list-style-type: none"> 5. 不是同型号产品或模块损坏。 6. 模块间工作模式不匹配。 7. 超过通信距离范围。
传输距离近	<ol style="list-style-type: none"> 1. 天线接触不良或不匹配，高度不够。 2. 电源不符合模块要求。 3. 有强磁场及电磁干扰。 4. 周边有密集建筑等
能通信，但误码较多	<ol style="list-style-type: none"> 1. 波特率不一致。 2. 线路过长。 3. 接口设置不当或接触不良。

9、免责声明

世电科技认为，在出版时尽量做到文档描述的准确无误。考虑到产品的技术复杂性及工作环境的差异性，但仍难以排除个别不准确或不完备之描述，故本文档仅作用户参考之用。世电科技保留在不通知用户的情况下对产品作出更改的权利，我公司不做任何法律意义上的承诺和担保。鼓励客户对产品和服务工具最近的更新提出意见。

10、版权说明

本文档所提及的元件及器件，皆为对其版权持有公司所公布的资料之引用，其修改和发布的权利均属于其版权持有公司，请在应用时通过适当的渠道确认资料的更新情况以及勘误信息，世电科技不对这些文档具有任何权利和义务。

11、版本信息

V1.1	初稿
V1.2	增加了地址透传模式
V1.3	更正了模式切换时间