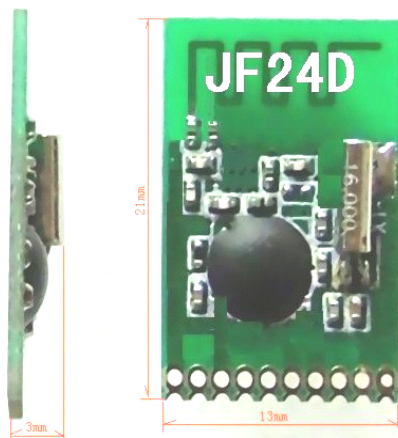


## 2.4G

# JF24D编程指南



本文详细介绍了 JF24D 的编程及常见的一些问题解释。JF24D 与 JF24C 是二种不同的芯片，性能指标有区别，程序不可以通用。JF24D 的编程比 JF24C 相对要简单一些。JF24D 和 JF24C 不可以实现互相通信。

2. 4G 模块收发正常运行的前提是：软件程序必须正确，硬件连接必须正确，元件质量没有问题，电源必须干净（纹波小于 50mV）收发板必须分别供电（不可以用一个电源给发射板和接收板同时供电）2. 4G 模块的程序不可以实现自发自收的功能。

JF24D 的例程文件及开发板电路是经过反复测试的，可以直接下载使用，如遇到程序运行不正常请先仔细检查硬件电路，各点电源电压是否正常，电源是否干净。如有 2. 4G 频谱仪可以先观察是否有发射信号。或者咨询我们的软件工程师。

安阳市新世纪电子研究所    2009 年 12 月

## JF24D 的编程

### 一 SPI 接口

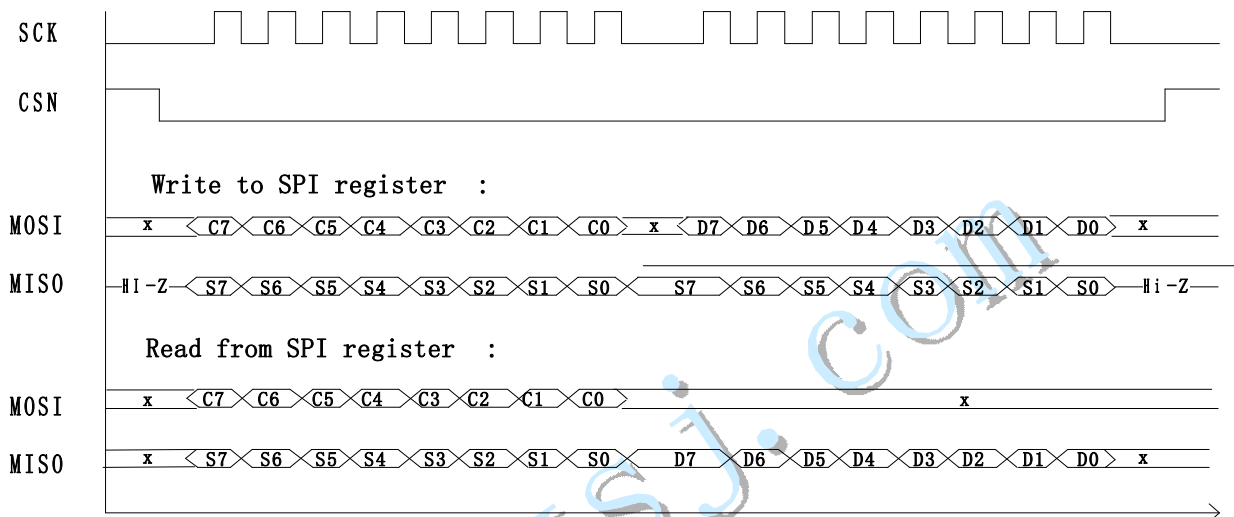


图 1 SPI 接口时序

在时钟 SCK 下降沿时，JF24D 向 MISO 输出数据，MCU 向 MOSI 写入数据；在时钟 SCK 上升沿时，JF24D 从 MOSI 读取数据，MCU 从 MISO 读取数据。

当单次对一个地址读写数据超过一个字节时，MCU 必须一次完成所有字节的读写。

用 MCU 硬件 SPI 控制 JF24D 时需要注意：MOSI 的变化应该迟于 CLK 的下降沿，对于有些 MCU 快于 CLK 的情况，需要在 MOSI 线上加 RC 电路用来延时，如串 1K 电阻，并 100pF 电容。

此外，MISO 不支持三态模式。

### 二 初始化过程描述

上电后，MCU 必须对 JF24D 进行初始化，其中寄存器组 0 的初始化就是将所有的寄存器写一遍，具体的初始化值用户可以自行设计。而寄存器组 1 初始

化必须按照特定的方式进行，JF24D 才能进入正确和最佳的工作状态。

## 初始化步骤

1 上电

2 等 20 ms

3 切换到寄存器组 1，具体方法如下：

读 REG7[7]，如果 REG7[7]=1，则直接进入初始化步骤 4，否则进行步骤

写 SPI 命令 ACTIVATE 后跟数据 0x53（写单个字节总是从高位到低位，下同），然后继续初始化步骤 4（此时再读 REG7[7]，如果还是为 0，则说明 SPI 接口没有正确工作，请检查硬件连接是否正确，再使用示波器观察 SPI 读写时序是否符合要求，即数据在时钟下降沿出，在上升沿读）

4 写 REG0 = 0x414B01F2（高位到低位，下同），注意一次 SPI 操作将所有字节写完，即一个寄存器地址后跟 4 个字节，先高字节，后低字节；首先写 SPI 命令字 00100000（前三位 001 表示写寄存器，后 5 位 00000 表示寄存器地址），然后依次是 0x41，0x4B，0x01，0xF2，REG1 - REG8 与此相同

写 REG1 = 0xC04B0630

写 REG2 = 0xA0FCC400

写 REG3 = 0x17003560

写 REG4 = 0x4199000B（2Mbps 数据速率请设置为 0x4199100B）

写 REG5 = 0x24017FBE

写 REG6 = 0x00004000

写 REG7 = 0x00000000

写 REG8 = 0x00000000

写 REG9 = 0x00000000，此时写字节顺序和以上寄存器相反，即先写低字节，然后高字节，注意一次 SPI 操作将所有字节写完

写 REG10（即 REG0A）= 0xF6F54EF6，字节写入顺序为 0xF6，0x4E，0xF5，0xF6，先低字节后高字节，REG11 - REG14 与此相同

写 REG11 = 0xD651185C

写 REG12 = 0x2D005540

写 REG13 = 0x00007000（2Mbps 请设置为 0x00000400）

写 REG14 = 0xCFEF7CF208104082081041

5 写 REG4[0]=0，REG4[1]=0，REG4[3]=0，REG4[23]=0

（即写 REG4 = 0x41190000）（2Mbps 请设置为 0x41191000）

- 6 写 REG4[25]=1, 写 REG4[26]=1  
(即写 REG4 = 0x47190000) (2Mbps 请设置为 0x47191000)
- 7 写 REG4[25]=0, 写 REG4[26]=0  
(即写 REG4 = 0x41190000) (2Mbps 请设置为 0x41191000)
- 8 等 20 ms
- 9 写 REG4[0]=1, REG4[1]=1, REG4[3]=1, REG4[23]=1  
(即写 REG4 = 0x4199000B) (2Mbps 请设置为 0x4199100B)
- 10 寄存器组 1 寄存器初始化完毕
- 11 写 SPI 命令 ACTIVATE 后跟数据 0x53, 切换到寄存器组 0 (此时 REG7[7] 应该为 0, 如果还是 1, 则说明 SPI 接口没有正确工作, 请检查硬件连接是否正确, 再使用示波器观察 SPI 读写时序是否符合要求, 即数据在时钟下降沿出, 在上升沿读)
- 12 寄存器组 0 的初始化值由客户自行决定, 没有特殊要求, 唯一的要求是在改变 REG0[0] 的值必须在 REG0[1]=0 时进行。写字节顺序是先低字节, 再高字节
- 13 下 ACTIVATE 命令+0x73 激活 REG29 (地址 0x1D) 寄存器 (下 active 命令前先读 0x1D 寄存器)  
写 REG29、REG28

**再次提醒: 寄存器组 1 寄存器 0 到 8 写的顺序为先高字节 (Byte), 再低字节。每个字节从高位到低位; 但是寄存器组 1 寄存器 9 到 14 写的顺序和寄存器组 0 一致, 都是先低字节, 再高字节。每个字节仍然从高位到低位**

### 三 发射流程

- 一、 上电
- 二、 按初始化程序寄存器组初始化 (以下寄存器是寄存器组 0)
- 三、 先写 REG0=0x0C, 再写 REG0=0x0E (将芯片设置到 PTX 模式)
- 四、 将 CE 管脚置 1, 芯片进入发射就绪状态
- 五、 发射不需要应答数据包

发射芯片下 SPI 命令 W\_TX\_PAYLOAD\_NOACK（不需要应答），跟上数据包。

发射成功后，寄存器 STATUS 的位 TX\_DS 会置 1，如果 IRQ 实现映射；同时，IRQ 会由高变低。

#### 六、 发射需要应答数据包

发射芯片下 SPI 命令 WR\_TX\_PLOAD（需要应答），跟上数据包。

发射成功并且收到应答后，寄存器 STATUS 的位 TX\_DS 会置 1，如果 IRQ 实现映射，同时 IRQ 会由高变低。如果没有收到应答，寄存器 STATUS 的位 MAX\_RT 会置 1。如果 IRQ 实现映射，同时 IRQ 会由高变低。

如果应答带数据包，寄存器 STATUS 的位 RX\_DR 会置 1，此时应该及时读取接收到的包，保持接收 FIFO 不满，否则如果接收 FIFO 满的时候，收到的应答包不会写入接收 FIFO，此时发送方以没收到接收方应答处理，进行重发。

#### 七、 清除发射标志

如果发射成功，只需将寄存器 STATUS 清零，即向相应标志位写 1。如果不成功需要先执行命令 FLUSH\_TX，清空发射 FIFO，再将寄存器 STATUS 清零，才能清除 MAX\_RT 标志

### 四 接收流程

1. 上电
2. 按初始化程序完成寄存器组初始化（以下寄存器是寄存器组 0）
3. 先写 REG0=0x0D，再写 REG0=0x0F（将芯片设置到 PRX 模式）
4. 将 CE 管脚置 1，芯片进入接收就绪状态
5. 接收数据包

收到数据包后，寄存器 STATUS 的位 RX\_DR 会置 1，如果 IRQ 实现映射，同时 IRQ 会由高变低

接收芯片下 SPI 命令 R\_RX\_PL\_WID, 会得到数据包长度

接收芯片下 SPI 命令 R\_RX\_PAYLOAD, 会得到数据

## 6. 清除接收标志

与清除发射标志, 相同

## 7. 写应答数据包

如果在接收状态下, 写命令 W\_ACK\_PAYLOAD+应答通道, 再写数据, 那么下次在应答通道收到需要应答数据包后, 会回复应答和应答数据包。使用时仅对下一次需要应答的接收有效, 而且需要提前准备好应答数据包。

## 五 六通道使用

JF24D 作为接收时有六个接收通道, 可分别对应六个不同地址的发射机, 除通道 0 外, 其余五个通道地址高位相同, 在通道 1 中设置。

接收时, 通过读寄存器组 0 的寄存器 STATUS, 可以得到通道号。

注意改写发射通道时, 需要改写通道 0 的地址 (寄存器组 0 的 REG10) 来采用不同地址发射, 改写发射地址 (寄存器组 0 的 REG16) 无效。

## 六 两种帧结构

JF24D 正常 Payload 模式下 Payload 长度为 0 到 32; 长 Payload 模式下 Payload 长度可以为 0 到 255, 这种模式适合某些传输效率要求高的应用, 但是此时通讯距离不如正常帧结构。正常 Payload 模式下, 当使用静态 Payload 长度时, 六个管道的 Payload 长度可以独立设置, 而长 Payload 模式下, 六个管道的 Payload 长度都只能相同。

两种帧结构的选择在寄存器组 1 的 Reg13[8]。

在长 Payload 模式下, 静态长度的设置在寄存器组 1 的 Reg13[0:7]; 在普通 Payload 模式下, 静态长度的设置在寄存器组 0 的 Reg17-Reg22。当使用动



态长度时，无论在何种模式下，都不需要设置上述寄存器。

## 七 2M 模式

1M 模式和 2M 模式除了速率不同外，射频起始频率也不同，分别为 2397 MHz (1 Mbps 速率) 和 2398 MHz (2 Mbps 速率)。

二者寄存器配置有如下不同：

1. 寄存器组 1 的 Reg4, Reg13 (具体值请参考 JF24D 初始化过程)；
2. 寄存器组 0 的 Reg6[3] = 1；
3. 寄存器组 0 的 Reg1  $\neq$  0 (否则会造成 Payload 值左移 1 位，1M 模式没有此问题)

## 八 发射连续波

在按照表 1 完成初始化后，将寄存器组 1 寄存器 REG4 该为 0x41110421 可以让 JF24D 在当前设置的信道发射连续波。用户此时可以方便的测量发射功率和频率误差。

## 九 躲避干扰

JF24D 提供载波检测机制，外部 MCU 可以通过读取寄存器 CD (寄存器组 0 REG9[0]) 来判断载波是否存在 (使用前需要先使能寄存器组 0 REG6[6])，如果载波能量高于门限，则 CD=1，否则为 0；能够检测的载波能量范围为从 -97 dBm 到 -67 dBm (寄存器组 1 REG5[29:26] 设置检测门限)。这种方法仅适合检测连续的干扰，比如 WLAN，而不适合检测蓝牙类似的瞬间干扰。当存在蓝牙干扰时，由于蓝牙通常在一个频点的驻留时间小于 625 us，将重发延迟设置为 700us 就可以保证两次发射不会都受干扰。

## 十 其它常见问题

### 1. FSK 模式和 GFSK 模式有什么不同

FSK 模式有更好的灵敏度，而 GFSK 模式带外能量要低点。对于大部分对带宽不敏感的应用，建议使用 FSK 模式。

### 2. 为什么我设置了自动重发次数 ARC 不为 0，系统却没有自动重发

如果希望 JF24D 出错重发，收发双方都必须将 EN\_AA 寄存器（寄存器组 0 REG1）使能（写 1）。比如收发双方使用通道 0 通信，则都需要 REG1[0]=1。

### 3. JF24D 寄存器有两个寄存器组，用户如何切换和使用

用户可以使用 SPI 命令 ACTIVATE，后跟 0x53 来实现两个寄存器组之间的切换。用户可以从 REG7[7] 来读取当前是哪个寄存器组。

### 4. 为什么 JF24D 的发射频谱很宽，存在很多带外分量

JF24D 处于发射状态时发射频谱很干净，但是由于芯片工作在突发模式下，发射端不停的开关会造成一些带外分量，用户可以通过增加发射开启时间（寄存器组 1 REG12[8:5] 最大到 150 us）和延长 PLL 锁定时间（寄存器组 1 REG12[10:9] 最大到 500 us，通常 300 us 就足够了）来减少甚至消除这些带外分量，唯一的代价就是增加了系统开销，有效发射时间缩短；另外在发射状态时需要把接收关掉（从接收状态到发射状态需要经过 POWER DOWN 过程），否则容易看到接收本振发出的杂波。

### 5. 如何操作寄存器 29

寄存器组 0 寄存器 29 作为 Feature 寄存器，其读写操作需要先通 Activate + 0x73 SPI 命令激活。用户应该在激活该寄存器前先读该寄存器，只有在读出来为 0（非激活状态下）才下激活命令。激活后，再向该寄存器写入应写的值。

### 6. 在 NACK 模式下，掉电后马上通电，为什么会有通讯不成功？

因为寄存器在短暂掉电时不会恢复到默认值（直到彻底放电完成），所以



在向 active 写 0x73 命令的时候必须先读取寄存器组 0 的 FEATURE (29) 的值, 如果相关寄存器已被激活, 在初始化的时候就不用向 active 写 0x73 命令, 否则会将本来已激活的寄存器变为非激活状态。

同样, 进行寄存器组切换时也必须先读取状态寄存器的最高位并判断再下命令。

### 7. 怎样使 Power down 模式下电流消耗最低?

需要 将 JF24D CSN 置高, CLK, CE 及 MOSI 置低。要使芯片在低功耗时节省电流, 必须将相关输入引脚处于稳定状态。请注意 MCU 空闲引脚的处理。

### 8. 从开始发送到产生 irq 中断的时间能缩短吗

可以将 TX PLL lock time 缩短为 200us, 需要将寄存器组 1 的 Reg2, Reg3, Reg12 寄存器分别设置为 0xF0FCC400, 0x17003F60, 0x2D005300.

### 9. NO ACK 模式下将寄存器组 0 下的 Reg1 设置为 0 为什么收不到数据

No ack 模式下将 Reg1 设置为 0 时必须用静态数据长度。如果要用动态数据长度, Reg1 相关通道必须设置为 1。

**安阳市新世纪电子研究所有限公司**

地 址：中国.河南省安阳市西环城路南 1 号

电 话：86(0372)5968708 5968993

传 真：86(0372)5968993-803

网 址：[www.ayxsj.com](http://www.ayxsj.com)

**市 场 部：**

电 话：0372--5968708-801 0372-5968993-801

E-mail: [ay5968708@163.com](mailto:ay5968708@163.com)

**技 术 部：**

电 话：0372--5968708-802 0372-5968993-802

E-mail: [ay5968993@163.com](mailto:ay5968993@163.com)

**深圳经销商**

华强电子世界

深圳圣世佳禾电子公司

地址：深圳市华强电子世界三号楼一楼 A413 柜

电话：0755-83759042 手机：13724309618

联系人：王经理

**北京经销商**

北京知春电子城

地址：北京市知春电子城二楼 C009 柜台

电话：010-62637297

联系人：杨 飞

**郑州经销商**

郑州中州商场

郑州新星电子科技

地址：郑州市中州商场三楼东区 17 号

电话：0371-66961968 手机：13503815523

联系人：李经理