

APPLICATION NOTE
PAN2416 软硬件推荐配置

Rev 1.3

PANCHIP

Panchip Microelectronics

www.panchip.com

修订历史

版本	修订日期	描述
V1.0	2017-12-04	初始版本创建
V1.1	2018-04-04	修改部分文字描述
V1.2	2019-12-3	增加供电电路
V1.3	2020-2-23	增加 RF 代码，过认证、高温应用

版权所有©

上海磐启微电子有限公司

本资料内容为上海磐启微电子有限公司在现有数据资料基础上慎重编制而成，本资料中所记载的实例以正确的使用方法和标准操作为前提，使用方在应用该等实例时需充分考虑外部诸条件，上海磐启微电子有限公司不担保或确认该等实例在使用方的适用性、适当性或完整性，上海磐启微电子有限公司亦不对使用方因使用本资料所有内容而可能或已经带来的风险或后果承担任何法律责任。基于使本资料的内容更加完善等原因，上海磐启微电子有限公司保留未经预告的修改权，使用方如需获得最新的产品信息，请随时与上海磐启微电子有限公司联系。

目录

第 1 章 软件配置推荐	4
1.1 通信速率	4
1.1.1 2Mbps 模式	4
1.1.2 1Mbps 模式	4
1.1.3 250Kbps 模式	5
1.1.4 RF 部分软件流程参考	5
1.1.5 其他功能软件配置	11
1.2 发射功率	11
第 2 章 天线匹配推荐	12
2.1 发射端和接收端（不过认证）	12
2.2 发射端（过认证、单向通讯）	12
2.3 接收端（过认证、单向通讯）	13
2.4 发射端和接收端（过认证，双向通讯）	13
第 3 章 推荐应用电路	14
第 4 章 过 RED/FCC 认证应用	14
第 5 章 高温应用	15
5.1 注意点	15
5.1.1 2M/1Mbps 模式	15
5.1.2 250Kbps 模式	15
第 6 章 PCB layout 注意点	16
6.1 Layout 注意点	16

第 1 章 软件配置推荐

1.1 通信速率

PAN2416 芯片可配置为 250K/1M/2M bps 的通信速率，首选使用 1Mbps 通信速率、7dBm 发射功率的配置，通信距离较近时可尝试 250Kbps 通信速率、7dBm 发射功率的配置。通信速率的设置由芯片的 RF_SETUP 寄存器决定，选择不同的通信速率时，DEMOCAL、RF_CAL2、DEMOCAL2、RF_CAL、BB_CAL 等寄存器的推荐值也有所不同，具体请参考下文描述。

1.1.1 2Mbps 模式

表 1-1 2Mbps 模式寄存器推荐配置

寄存器名称	地址	推荐配置	描述
DEMOCAL	0x19	0x01	调制解调参数寄存器
RF_CAL2	0x1A	0x45, 0x21, 0x3F, 0x2D, 0x5C, 0x40	补充射频参数寄存器
DEMOCAL2	0x1B	0x0B, 0xDF, 0x02	补充解调参数寄存器
RF_CAL	0x1E	0x16, 0x33, 0x27	射频参数寄存器
BB_CAL	0x1F	0x0A, 0x6D, 0x67, 0x9C, 0x46	数字基带参数寄存器

1.1.2 1Mbps 模式

表 1-2 1Mbps 模式寄存器推荐配置

寄存器名称	地址	推荐配置	描述
DEMOCAL	0x19	0x01	调制解调参数寄存器
RF_CAL2	0x1A	0x45, 0x21, 0x3F, 0x2D, 0x5C, 0x40	补充射频参数寄存器
DEMOCAL2	0x1B	0x0B, 0xDF, 0x02	补充解调参数寄存器
RF_CAL	0x1E	0x16, 0x33, 0x27	射频参数寄存器
BB_CAL	0x1F	0x0A, 0x6D, 0x67, 0x9C, 0x46	数字基带参数寄存器

1.1.3 250Kbps 模式

表 1-3 250Kbps 模式寄存器推荐配置

寄存器名称	地址	推荐配置	描述
DEMOCAL	0x19	0x03	调制解调参数寄存器
RF_CAL2	0x1A	0xD5, 0x21, 0x3B, 0x2D, 0x5C, 0x40	补充射频参数寄存器
DEM_CAL2	0x1B	0x0B, 0xDF, 0x02	补充解调参数寄存器
RF_CAL	0x1E	0x06, 0x33, 0x00	射频参数寄存器
BB_CAL	0x1F	0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA9, 0x46	数字基带参数寄存器

1.1.4 RF 部分软件流程参考

具体软件配置流程如下：（1M 与 2M 配置一致，代码中只体现一种）

```

#if(DATA_RATE == DR_1M)
    unsigned char BB_cal_data[] = {0x0A, 0x6D, 0x67, 0x9C, 0x46};
    unsigned char RF_cal_data[] = {0x16, 0x33, 0x27};
    unsigned char RF_cal2_data[] = {0x45, 0x21, 0x3F, 0x2D, 0x5C, 0x40};
    unsigned char Dem_cal_data[] = {0x01};
    unsigned char Dem_cal2_data[] = {0x0B, 0xDF, 0x02};
#elif(DATA_RATE == DR_250K)
    unsigned char BB_cal_data[] = {0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA9, 0x46};
    unsigned char RF_cal_data[] = {0x06, 0x33, 0x00};
    unsigned char RF_cal2_data[] = {0xD5, 0x21, 0x3B, 0x2D, 0x5C, 0x40};
    unsigned char Dem_cal_data[] = {0x03};
    unsigned char Dem_cal2_data[] = {0x0B, 0xDF, 0x02};
#endif
    
```

上电初始化（初始化过程，需要对上面表格的寄存器进行初始化，按照不同通讯速率设置相对应的值）

顺序	操作说明
1	上电默认进入休眠模式
2	软件复位（命令字：0x53, 0x5A）
3	复位释放（命令字：0x53, 0xA5）
4	清 FLUSH_TX（1110 0001, 0）
5	清 FLUSH_RX（1110 0010, 0）
6	清状态寄存器（配置 0x07 写 0x70）

7	打开接收通道 n (0-5) (EN_RXADDR 寄存器 0x02)
8	设置通道 n 的地址宽度 (3-5 字节) (SETUP_AW 寄存器 0x03)
9	写地址 (寄存器 0x0A~10, 地址)
10	设置工作频点 (RF_CH 寄存器 0x05)
11	设置传输速率 1Mbps 和功率档位 (RF_SETUP 寄存器 0x06 配置为 0b00xxxxxx)
12	设置接收数据长度 (寄存器 0x11~16)
13	配置 DEMOD_CAL (DEMOD_CAL 寄存器 0x19)
14	配置 RF_CAL2 (RF_CAL2 寄存器 0x1A)
15	配置 DEM_CAL2 (DEM_CAL2 寄存器 0x1B)
16	配置 RF_CAL (RF_CAL 寄存器 0x1E 为)
17	配置 BB_CAL (BB_CAL 寄存器 0x1F)
18	控制以下模式： 1) CE 控制方式； 2) IRQ 输出方式； 3) 最长数据长度； 4) 是否使能动态 payload； 5) 是否使能 ACK 带 payload； 6) 是否使能 W_TX_PAYLOAD_NOACK 命令 (FEATURE 寄存器 0x1D)
19	设置 Burst 或者 Enhanced 模式 (输出次数、 传输时延) (EN_AA 寄存器 0x01 和 SETUP_RETR 寄存器 0x04)

上电初始化配置发送 (PTX) 状态流程

顺序	操作说明
1	配置 Tx 模式 (config 寄存器 0x00 为 8E)
2	延时 10ms
3	CE HIGH
4	延时 10ms

上电初始化配置接收 (PRX) 状态流程

顺序	操作说明
1	配置 Rx 模式 (config 寄存器 0x00 为 8F)
2	延时 10ms
3	CE HIGH
4	延时 10ms

Burst 发送 (PTX) 流程

顺序	操作说明
1	写发射数据 (命令字: 0xA0, payload)
2	延时 2ms
3	查询 STATUS 看发送是否完成 (读 0x07 是否为 0x20 进行判断), 完成后才能执行下一步
4	清 FLUSH_TX (1110 0001, 0)
5	清状态寄存器 (配置 0x07 写 0x70)

备注: 步骤 2 延时是保证在发送过程中不要有其它操作; 250Kbps 速率模式, 发完数据包时间需要 2ms, 建议写数据后, 延时 2ms 等数据发完再做其他的操作, 1Mbps 速率模式下, 发数据时间是 1ms, 建议写数据后延时 1ms

Burst 接收(PRX)流程

顺序	操作说明
1	查询 STATUS 看接收是否完成(读 0x07 是否为 0x40 进行判断), 完成后才能执行下一步
2	读接收数据(命令字: 0x61, payload)
3	清 FLUSH_RX (1110 0010, 0)
4	清状态寄存器(配置 0x07 写 0x70)

6.6 Burst 接收转发送切换流程

顺序	操作说明
1	配置 Rx 模式 (config 寄存器 0x00 为 8F)
2	查询 STATUS 看接收是否完成(读 0x07 是否为 0x40 进行判断), 完成后才能执行下一步
3	读接收数据(命令字: 0x61, payload)
4	清 FLUSH_RX (1110 0010, 0)
5	清状态寄存器(配置 0x07 写 0x70)
6	配置 Tx 模式 (config 寄存器 0x00 为 8E)
7	写发射数据(命令字: 0xA0, payload)
8	延时 5ms
9	查询 STATUS 看发送是否完成(读 0x07 是否为 0x20 进行判断), 完成后才能执行下一步
10	清 FLUSH_TX (1110 0001, 0)

11	清状态寄存器（配置 0x07 写 0x70）
----	------------------------

备注：config 配成 8E 后，10us 内写 payload；写 payload 完后，需要延时 5ms 以上；接收切换发射后发数据要延时 3ms(1Mbps)或 5ms(250Kbps),注意 CE 在初始化后已拉高，后续不频繁操作 CE

Burst 发送转接收切换流程

顺序	操作说明
1	配置 Tx 模式（config 寄存器 0x00 为 8E）
2	写发射数据（命令字：0xA0, payload）
3	延时 2ms
4	查询 STATUS 看发送是否完成（读 0x07 是否为 0x20 进行判断），完成后才能执行下一步
5	清 FLUSH_TX（1110 0001, 0）
6	清状态寄存器（配置 0x07 写 0x70）
7	配置 Rx 模式（config 寄存器 0x00 为 8F）
8	查询 STATUS 看接收是否完成（读 0x07 是否为 0x40 进行判断），完成后才能执行下一步
9	读接收数据（命令字：0x61, payload）
10	清 FLUSH_RX（1110 0010, 0）
11	清状态寄存器（配置 0x07 写 0x70）

Enhanced 发送(PTX)流程

顺序	操作说明

1	CE_HIGH
2	延时 100us
3	写发射数据 (命令字: 0xA0, payload)
4	延时 1ms
5	查询 STATUS 看发送是否完成 (读 0x07 是否为 0x60 进行判断), 完成后才能执行下一步
6	读接收数据 (命令字: 0x61, payload)
7	清 FLUSH_TX (1110 0001, 0)
8	清 FLUSH_RX (1110 0010, 0)
9	清状态寄存器 (配置 0x07 写 0x70)

Enhanced 接收(PRX)流程

顺序	操作说明
1	查询 STATUS 看接收是否完成 (读 0x07 是否为 0x40 进行判断), 完成后才能执行下一步
2	读接收数据 (命令字: 0x61, payload)
3	写发射 ACK 数据 (命令字: 0xA8, payload)
4	延时 1ms
5	清 FLUSH_TX (1110 0001, 0)
6	清 FLUSH_RX (1110 0010, 0)
7	清状态寄存器 (配置 0x07 写 0x70)

切换频点流程

顺序	操作说明
1	配置频点 (RF_CH 寄存器 0x05 为 CH(切

换信道))

备注：配置频点只需要修改 0x05 寄存器，其它均不需要操作

在 RF 使用过程中，250K、1M、2M 通讯速率只在 RF 初始化寄存器配置时存在差异，

具体流程和配置可查看 PAN2416 示例程序。

1.1.5 其他功能软件配置

2416AV 包含 ADC\PWM\IO\TIMER\WDT\ 休眠唤醒等操作参考 PAN2416AV 产品说明书与示例代码。

2416AF 包含 IO\TIMER\WDT\休眠唤醒等操作参考 PAN2416AF 产品说明书与示例代码。

资料下载链接：<http://bbs.panchip.com/forum.php?mod=viewthread&tid=25>

1.2 发射功率

RF_SETUP (0x06) 寄存器不仅可以对通信速率进行配置，还可以对发射功率进行调节，功率大小的调节对射频的通信距离及 FCC、CE 等安规认证有很大影响。常规应用中，通信速率为 1Mbps 时 RF_SETUP 寄存器推荐值为 0x1E (7.3dBm)，通信速率为 250Kbps 时 RF_SETUP 寄存器推荐值为 0xDE(7.3dBm)。该寄存器可参考表 1-4 进行具体配置，其中高亮部分为过安规认证推荐的配置。

表 1-4 RF_SETUP 推荐配置

RF_SETUP 寄存器		输出功率 (dBm)	备注
250Kbps	1Mbps		
0xF7	0x37	8.7	
0xEE	0x2E	8.1	高亮部分为过安规认证推荐配置
0xDE	0x1E	7.3	
0xD6	0x16	6.6	
0xCE	0x0E	4.9	
0xC6	0x06	2.5	
0xCC	0x0C	1	
0xC4	0x04	0	
0xCB	0x0B	-3	
0xC3	0x03	-5	
0xD2	0x12	-10	

0xE9	0x29	-25	
0xF0	0x30	-35	

第 2 章 天线匹配推荐

2.1 发射端和接收端（不过认证）

无需过认证时天线匹配建议仅预留 1 颗电容即可，如下图所示。

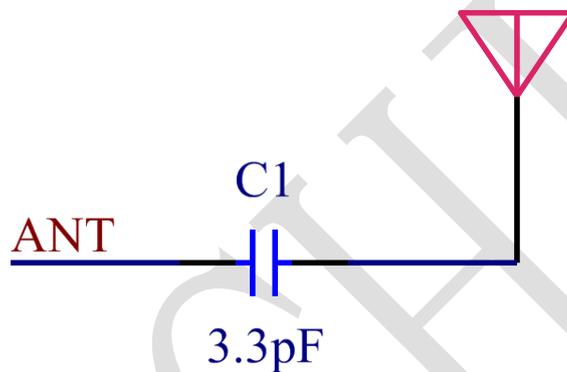


图 2-1 天线匹配推荐电路图

2.2 发射端（过认证、单向通讯）

发射端天线匹配建议预留 4 个器件，如下图所示。

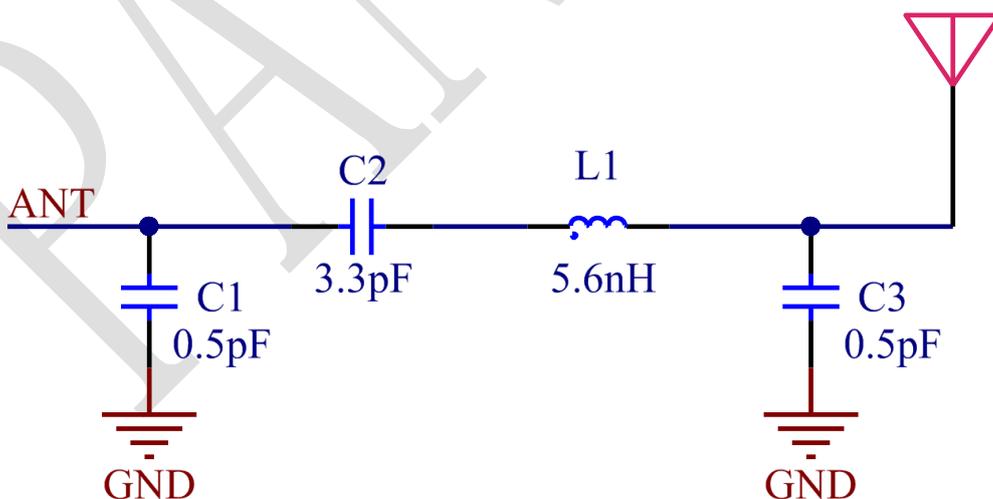


图 2-2 发射端天线匹配推荐电路图

2.3 接收端（过认证、单向通讯）

接收端天线匹配建议预留 5 个器件，如下图所示。

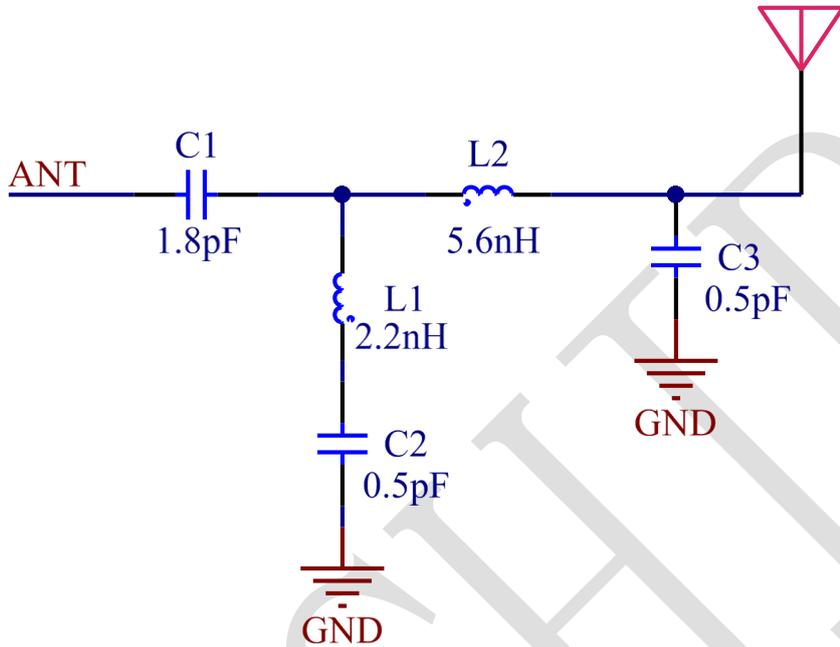


图 2-3 接收端天线匹配推荐电路图

2.4 发射端和接收端（过认证，双向通讯）

发射端和接收端天线匹配建议都预留 5 个器件，如下图所示。

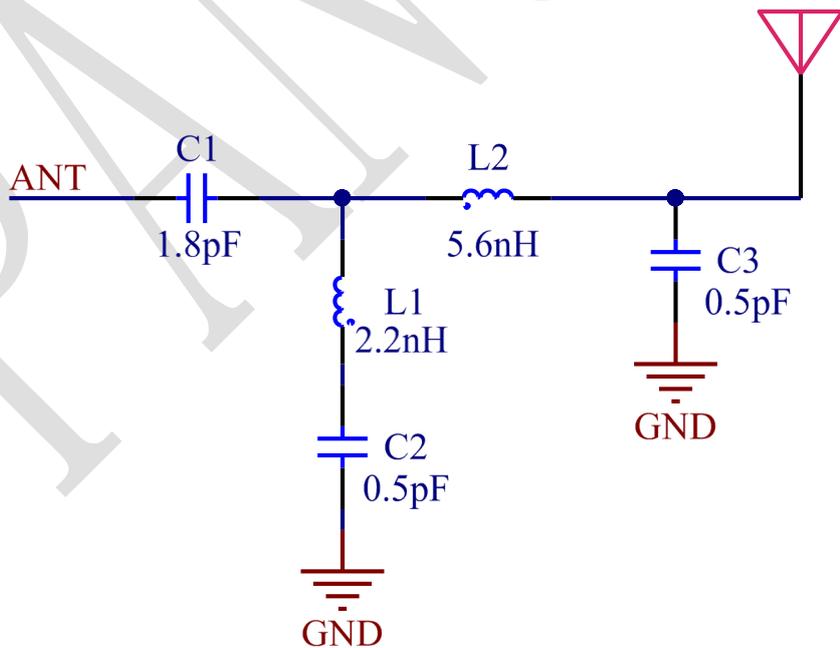


图 2-4 天线匹配推荐电路图

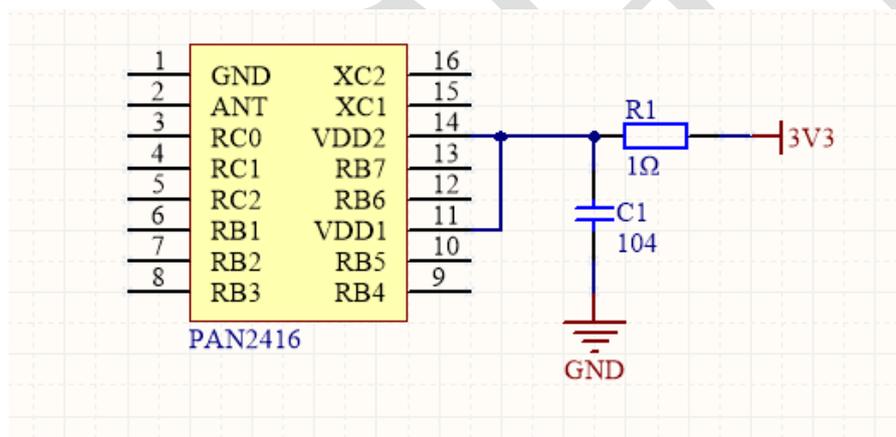
第3章 推荐应用电路

若未使用 LDO，为防止纹波导致 RF 永久损坏，需要加入 RC 滤波。

特性	条件	参数值			单位
		最小	典型	最大	
V_{DD}	供电电压	-0.3	-	3.6	V
V_I	输入电压	-0.3	-	3.6	V
V_O	输出电压	VSS	-	VDD	-
Pd	总功耗 (TA=-40°C~85°C)	-	-	300	mW
T_{OP}	工作温度	-40	-	85	°C
T_{STG}	存储温度	-40	-	125	°C

注 1：使用中强行超过一项或多项极限最大额定值会导致器件永久性损坏。

注 2：静电敏感器件，操作时遵守防护规则。



第4章 过 RED/FCC 认证应用

PAN2416 针对过认证这块 RF 稍有优化，对比 XN297L 有较大的提升，软件配置和 XN297L 的过认证配置稍有区别，硬件电路基本一致，外围 RF 参数根据不同的 PCB 借助仪器分析，需要微调参数，

PAN2416 过认证软件配置参考第 1 章节的软件配置，接收和发射模式用的配置一致，**注意已经是最优配置**，硬件匹配电路参考第 2 章节，建议最好接收和发射都预留 5 个元器件。

第5章 高温应用

5.1 注意点

- 1、高温时不可以进行 CE_LOW 到 CE_High 的操作，RX 和 TX 的切换可以不用操作 CE。
- 2、芯片工作温度范围-40—+85°，满足高温状态 105° 甚至到 120° 条件，还需要芯片外围元器件符合条件，比如晶振规格，晶振的匹配电容耐温情况，没有特别标明的情况，厂家都是给的-40—+85° 规格，或者有的便宜物料提供的规格是-20—+70°，高温影响频偏过大也会造成 2.4G 无法通信。

高温应用的软件寄存器配置和常温的稍有区别，请参考以下配置，

5.1.1 2M/1Mbps 模式

1-2 2M/1Mbps 模式寄存器推荐配置

寄存器名称	地址	推荐配置	描述
DEMOCAL	0x19	0x01	调制解调参数寄存器
RF_CAL2	0x1A	0x45, 0x21, 0x3F, 0x2D, 0x5C, 0x40	补充射频参数寄存器
DEM_CAL2	0x1B	0x0B, 0xDF, 0x02	补充解调参数寄存器
RF_CAL	0x1E	0xF6, 0x33, 0x27	射频参数寄存器
BB_CAL	0x1F	0x0A, 0x6D, 0x67, 0x9C, 0x46	数字基带参数寄存器

5.1.2 250Kbps 模式

表 1-3 250Kbps 模式寄存器推荐配置

寄存器名称	地址	推荐配置	描述
DEMOCAL	0x19	0x03	调制解调参数寄存器
RF_CAL2	0x1A	0xD5, 0x21, 0x3B, 0x2D, 0x5C, 0x40	补充射频参数寄存器
DEM_CAL2	0x1B	0x0B, 0xDF, 0x02	补充解调参数寄存器
RF_CAL	0x1E	0xF6, 0x33, 0x00	射频参数寄存器
BB_CAL	0x1F	0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA9, 0x46	数字基带参数寄存器

第6章 PCB layout 注意点

6.1 Layout 注意点

- 1、因不同电路板板材、板厚、层数、Layout 等有较大差异，其天线匹配电路部分元器件的规格参数也可能需要适当调整；
- 2、天线匹配电路应尽量远离晶振电路等，且应使用线宽较宽的走线；
- 3、外部晶振电路最好不要走过孔，外部晶振应放置在靠近芯片的位置；
- 4、射频天线附近不要放置金属器件（蜂鸣器，电池，螺丝等），避免影响天线的辐射性能。其它信号线在 Layout 时也应尽量避开天线区域，保留适当的天线净空区，确保芯片及天线铺地良好，抑制发射和接收杂散；
- 5、芯片尽量铺地包围，晶振电路、RF 电路也尽量铺地包围，IC 底下尽量少走线。

