



Panchip Microelectronics Co., Ltd.

User's Guide

XN297L 安规设计和调试参考

当前版本: 1.2

发布日期: 2022.01

上海磐启微电子有限公司

地址: 上海张江高科技园区盛夏路 666 号 D 栋 302 室

联系电话: 021-50802371

网址: <http://www.panchip.com>

文档说明

由于版本升级或存在其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档内容仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

商标

磐启是磐启微电子公司的商标。本文档中提及的其他名称是其各自所有者的商标/注册商标。

免责声明

本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，磐启微电子公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

修订历史

版本	修订时间	描述
V1.0	2016-12	初始版本创建
V1.1	2021-06	修改格式
V1.2	2022-01	增加软件命令控制 CE 时注意事项

目 录

1 简介	3
2 FCC、R&TTE 发射接收杂散规范	4
2.1 FCC	4
2.2 R&TTE	4
2.3 推荐的 PCB 解决方案	5
2.3.1 小四轴	5
2.3.2 小车	5
3 双面板（过 R&TTE 和 FCC）	6
3.1 遥控端	6
3.1.1 匹配结构	6
3.1.2 PCB 实现参考	7
3.1.3 软件配置	8
3.1.4 边带	9
3.2 接收端（小飞碟端）	10
3.2.1 匹配结构	10
3.2.2 PCB 实现参考	11
3.2.3 软件配置	11
3.3 接收端（小车端）	13
3.3.1 匹配结构	13
3.3.2 软件配置	14
4 单面板（过 R&TTE 和 FCC）	16
4.1 遥控端	16
4.1.1 匹配结构	16
4.1.2 PCB 实现参考	17
4.1.3 软件配置	18
4.1.4 边带	20
4.2 接收端（小车端）	20
4.2.1 匹配结构	20
4.2.2 PCB 实现参考	20
4.2.3 软件配置	21
5 注意事项	23
5.1 附 1 寄存器地址	23
5.2 附 2 各功率寄存器配置	23
5.3 RF_CAL2 设置注意事项	24

1 简介

本文首先简单列出了 FCC 和 CE 杂散相关规范；具体测试流程以及测试方法请参考 FCC Part 15 和 ETSI EN 300 440。因为双面板和单面板的辐射特性不同，单面板因为 PCB 射频电路没有 Bottom 层的参考地，杂散更容易辐射出去，过安规更加困难；所以针对不同规范（FCC 和 CE）不同叠构（双面板和单面板）在匹配结构、功率配置、寄存器配置这几个方面给出说明供参考。

2 FCC、R&TTE发射接收杂散规范

2.1 FCC

参考 FCC Part 15, 接收模式具体规范在 15.109 中给出, 发射模式具体规范在 15.209 中给出。
任何杂散功率平均值不得超过下列数值。

表 2-1 FCC

Frequency	Electrical Field Strength	EIRP
30-88MHz	100 μ V/m	-55.2dBm
88-261MHz	150 μ V/m	-51.7dBm
216-910MHz	200 μ V/m	-49.2dBm
>960MHz	500 μ V/m	-41.2dBm

2.2 R&TTE

参考 ETSI EN 300 440

任何杂散功率峰值不得超过下列数值。

表 2-2 R&TTE

Frequency Ranges	47MHz to 74MHz 87.5MHz to 108MHz 174MHz to 230MHz 470MHz to 862MHz	Other Frequencies <=1000MHz	Frequencies >1000MHz
State			
TX Mode	4nW / -54dBm	250nW / -36dBm	1 μ W / -30dBm
RX Mode/Standby	2nW / -57dBm	2nW / -57dBm	-20nW / -47dBm

2.3 推荐的 PCB 解决方案

2.3.1 小四轴

遥控器建议用双面板模组，小飞碟用双面一体板。

2.3.2 小车

遥控器和小车端都用双面板模组；如果考虑成本，遥控器和小车端都可以用单面一体板，但距离会比双面板模组近。

3 双面板（过R&TTE和FCC）

3.1 遥控端

3.1.1 匹配结构

3.1.1.1 单向（安规只考虑 TX 模式，不考虑 RX 模式）

安规推荐匹配结构由四个器件构成，结构如下图。

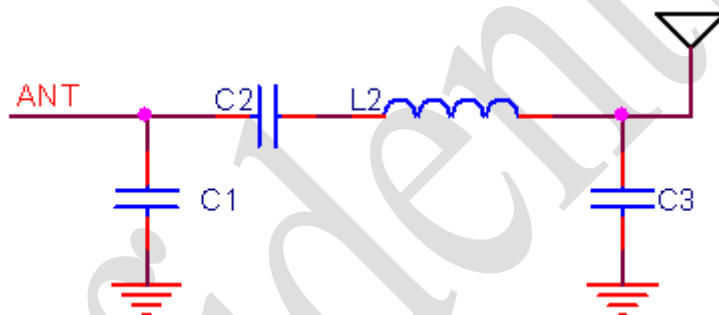


图 3-1 单向推荐匹配结构

表 3-1 单向推荐匹配结构说明

封装形式	C1(pF)	C2(pF)	L1(nH)	C3(pF)
SOP8/16	0.5	1.6	5.1	0.5

注：1、C1、L1 和 C3 要根据实际效果来进行微调。

2、电容推荐用 Murata 0402。

3、NC = Not Connect

3.1.1.2 双向（安规考虑 TX 和 RX 模式）

安规推荐匹配结构由 5 个器件构成，结构如下图所示，实际的值跟 PCB 实现有关，可能需要微调。

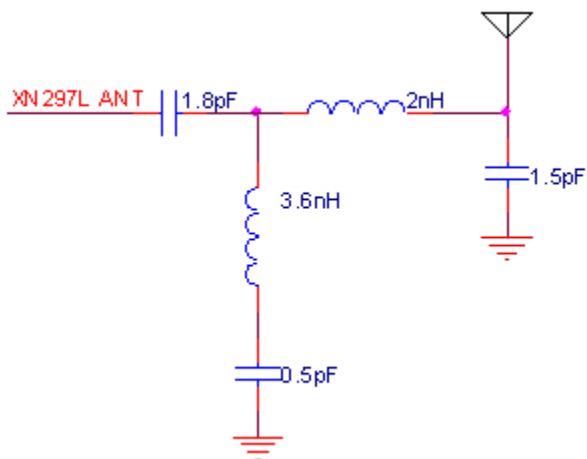


图 3-2 双向推荐匹配结构

3.1.2 PCB 实现参考

3.1.2.1 四个匹配期间（模组）

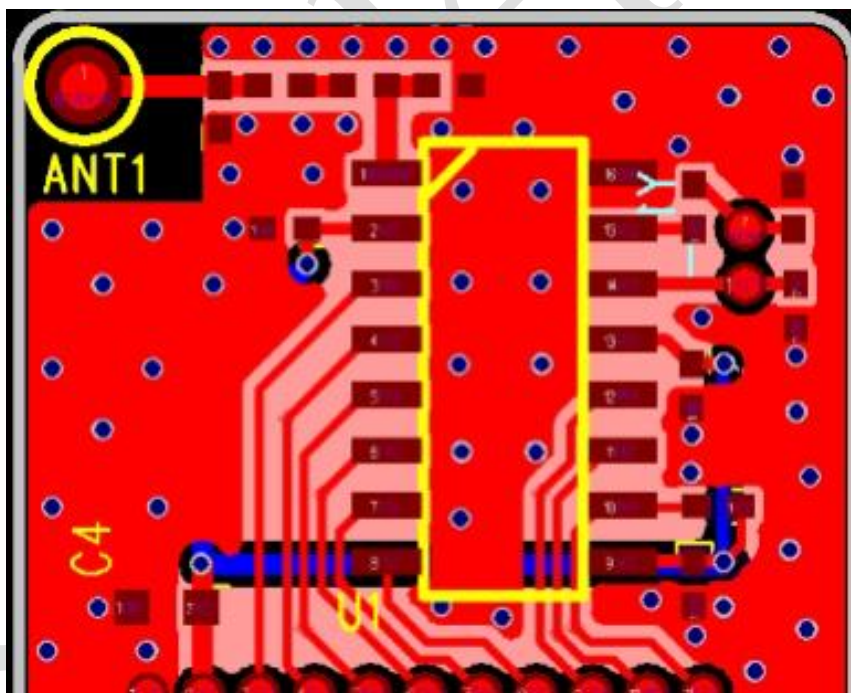


图 3-3 四个匹配期间（模组）

3.1.2.2 五个匹配期间（模组）

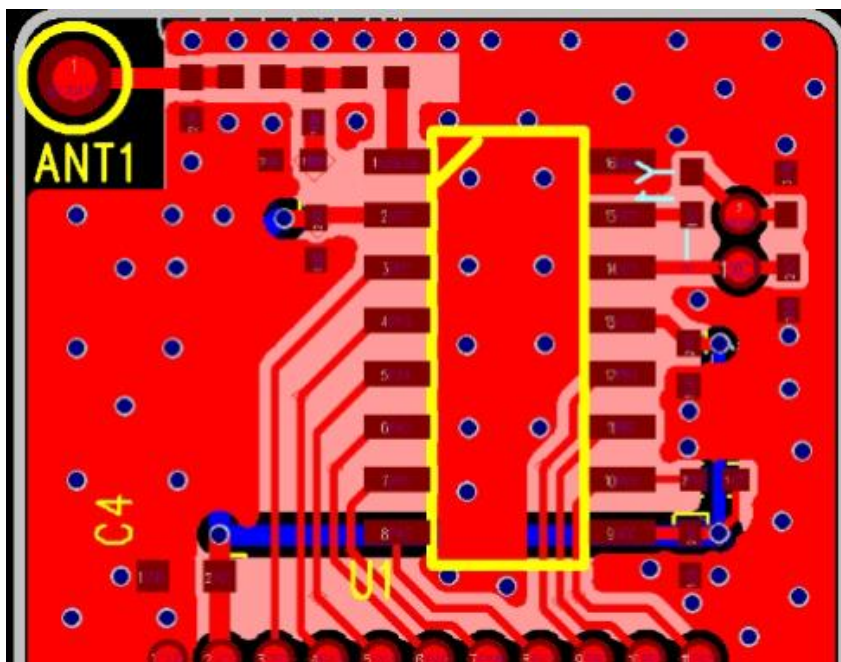


图 3-4 五个匹配期间（模组）

3.1.3 软件配置

3.1.3.1 TX 模式功率配置

表 3-2 TX 模式功率配置

250Kbps RF_SETUP 寄存器	1/2Mbps RF_SETUP 寄存器	输出功率 (dBm)
D5	15	9

3.1.3.2 TX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46
RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D
RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40
DEM_CAL: 0x1F
DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

3.1.3.3 RX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46
RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①
RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40
DEM_CAL: 0x01
DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46
RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①
RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40
DEM_CAL: 0x1F
DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

备注①: RX 模式 RF_CAL 配置成 0x06, 0x3F, 0x5D 用于过 RX 模式的安规, 不能用于 TX 模式, 如果在 TX 模式下使用该配置会导致不良率升高, 如果有 RX 切换到 TX 的操作, 需要先 将 RF_CAL 从 0x06, 0x3F, 0x5D 配置成 0xF6, 0x3F, 0x5D, 再进入 TX 模式; 如果不过安规建议 使用和 TX 模式一样的配置 0xF6, 0x3F, 0x5D。

3.1.4 边带

边带过安规推荐使用频率为 2420MHz--2465MHz。

3.2 接收端（小飞碟端）

3.2.1 匹配结构

3.2.1.1 合封（PAN159 和 PAN163）

安规推荐匹配结构由一个器件构成，结构如下图。

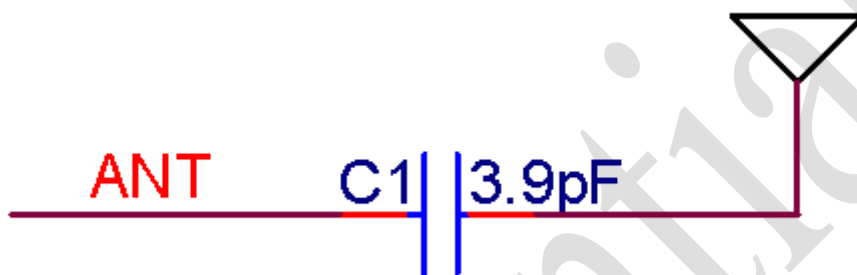


图 3-5 合封（PAN159 和 PAN163）

3.2.1.2 单封（QFN20）

安规推荐匹配结构由一个器件构成，结构如下图。

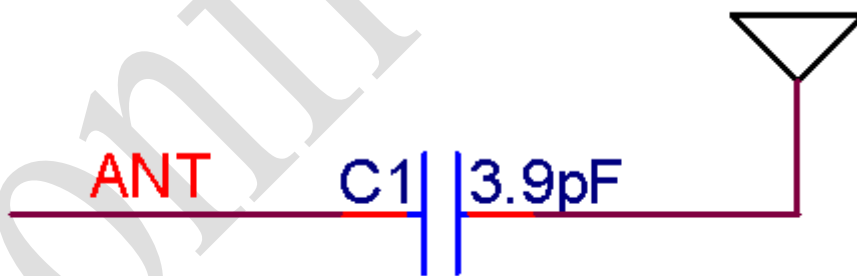


图 3-6 单封（QFN20）

3.2.1.3 单封（SOP8）

SOP8 不容易过 RX R&TTE 规范，不推荐使用。

3.2.2 PCB 实现参考

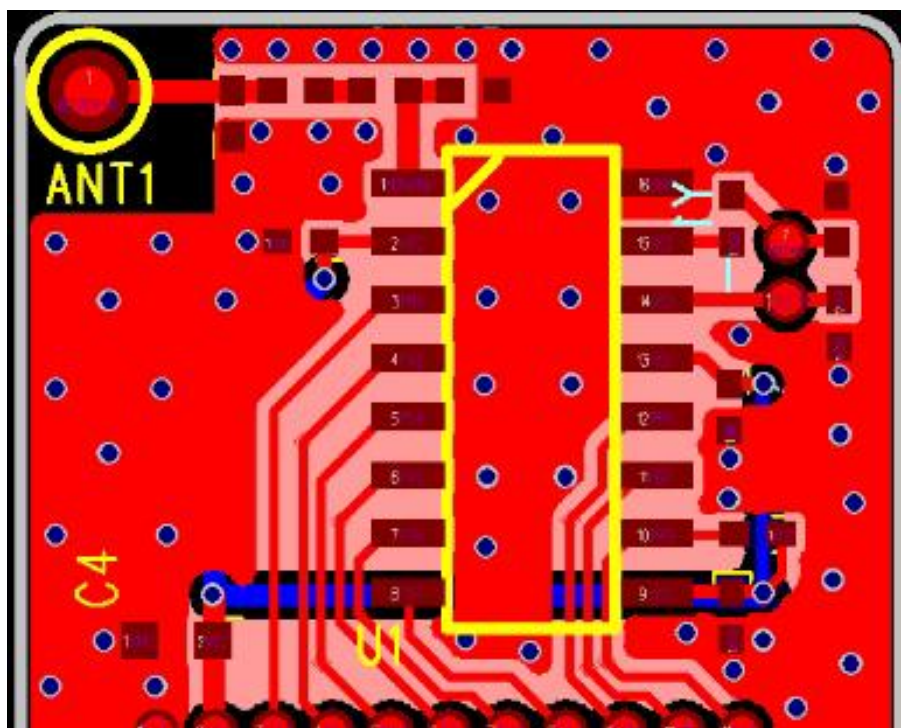


图 3-7 PCB 实现参考

一体板布局天线附近不要放置金属器件（蜂鸣器，电池，螺丝等），以免影响天线辐射性能。PCB 走线尽量避开天线，保证芯片及天线有较好的铺地，抑制发射接收杂散。

3.2.3 软件配置

3.2.3.1 TX 模式功率配置

表 3-3 TX 模式功率配置

250Kbps RF_SETUP 寄存器	1/2Mbps RF_SETUP 寄存器	输出功率 (dBm)
E9	29	-9

3.2.3.2 TX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x1F

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

3.2.3.3 RX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①

RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x1F

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

备注①: RX 模式 RF_CAL 配置成 0x06, 0x3F, 0x5D 用于过 RX 模式的安规, 不能用于 TX 模式, 如果在 TX 模式下使用该配置会导致不良率升高, 如果有 RX 切换到 TX 的操作, 需要先将 RF_CAL 从 0x06, 0x3F, 0x5D 配置成 0xF6, 0x3F, 0x5D, 再进入 TX 模式; 如果不过安规建议使用和 TX 模式一样的配置 0xF6, 0x3F, 0x5D。

3.3 接收端（小车端）

3.3.1 匹配结构

3.3.1.1 优先推荐匹配

优先推荐匹配结构由 5 个器件构成，RX 模式安规性能最好，结构如下图所示，实际的值跟 PCB 实现有关，可能需要微调。

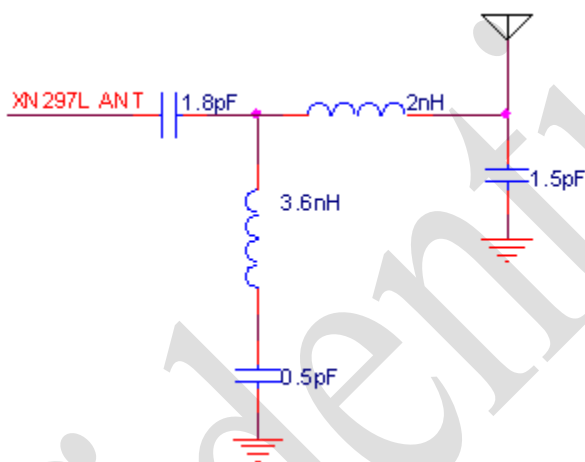


图 3-8 优先推荐匹配结构

3.3.1.2 第二推荐匹配

在优先推荐匹配距离不够的情况下，可以选用四个器件匹配结构，结构如下图。距离会提升，但 RX 模式安规性能会比 5 个器件差。

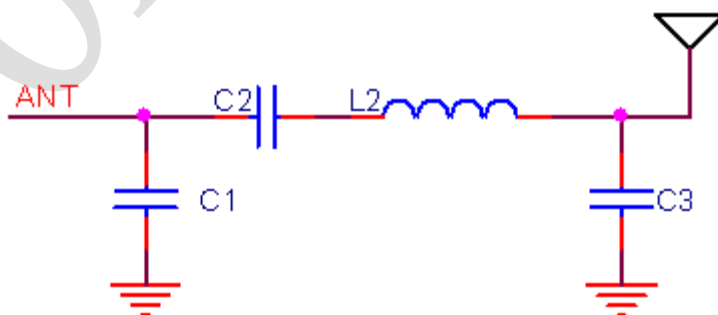


图 3-9 第二推荐匹配结构

表 3-4 匹配结构参数

封装形式	C1(pF)	C2(pF)	L1(nH)	C3(pF)
SOP8/16	0.5	1.6	5.1	0.5

注：1、C1、L1 和 C3 要根据实际效果来进行微调。

2、电容推荐用 Murata 0402。

3、NC = Not Connect

3.3.1.3 SOP8 封装

SOP8 不容易过 RX R&TTE 规范，不推荐使用。

3.3.2 软件配置

3.3.2.1 TX 模式功率配置

表 3-5 TX 模式功率配置

250Kbps RF_SETUP 寄存器	1/2Mbps RF_SETUP 寄存器	输出功率 (dBm)
D5	15	9
D4	14	4

3.3.2.2 TX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置：

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置：

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x1F

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

3.3.2.3 RX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①

RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x1F

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

备注①: RX 模式 RF_CAL 配置成 0x06, 0x3F, 0x5D 用于过 RX 模式的安规, 不能用于 TX 模式, 如果在 TX 模式下使用该配置会导致不良率升高, 如果有 RX 切换到 TX 的操作, 需要先将 RF_CAL 从 0x06, 0x3F, 0x5D 配置成 0xF6, 0x3F, 0x5D, 再进入 TX 模式; 如果不过安规建议使用和 TX 模式一样的配置 0xF6, 0x3F, 0x5D。

4 单面板（过R&TTE和FCC）

4.1 遥控端

4.1.1 匹配结构

4.1.1.1 单向（不考虑过 RX 模式 R&TTE）

安规推荐匹配结构由四个器件构成，结构如下图。

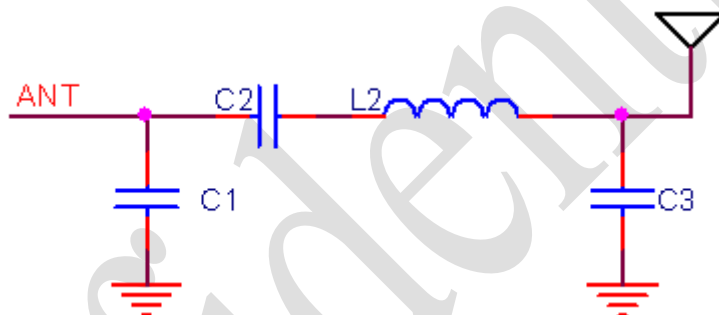


图 4-1 单向（不考虑过 RX 模式 R&TTE）

表 4-1 单项参数说明

封装形式	C1(pF)	C2(pF)	L1(nH)	C3(pF)
SOP8/16	0.5/NC	1.6	5.1	0.5/NC

注：1、C1、L1 和 C3 要根据实际效果来进行微调。

2、电容推荐用 Murata 0402。

3、NC = Not Connect

4.1.1.2 双向（考虑过 RX 模式 R&TTE）

安规推荐匹配结构由 5 个器件构成，结构如下图所示，实际的值跟 PCB 实现有关，可能需要微调。

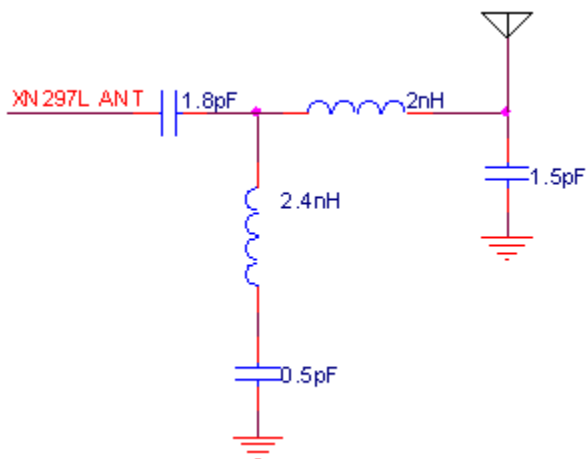


图 4-2 双向（考虑过 RX 模式 R&TTE）

4.1.2 PCB 实现参考

4.1.2.1 四个匹配器件

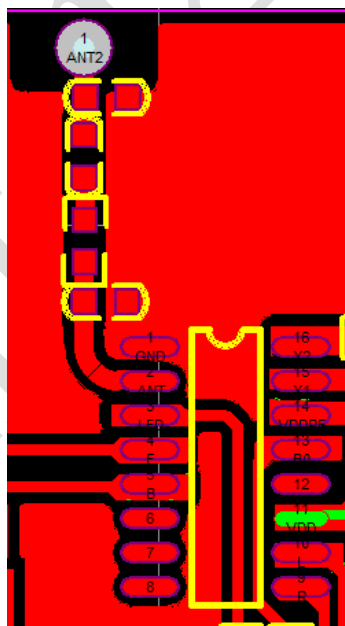


图 4-3 四个匹配器件

4.1.2.2 五个匹配器件

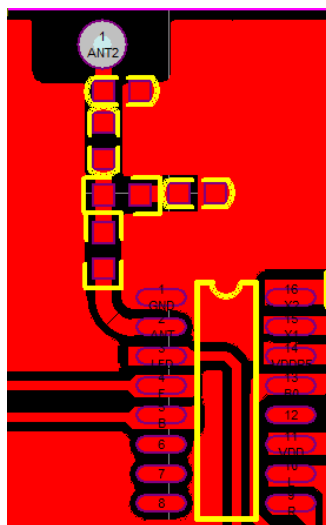


图 4-4 五个匹配器件

天线附近不要放置金属器件（蜂鸣器，电池，螺丝等），以免影响天线辐射性能。PCB 走线尽量避开天线，保证芯片及天线有较好的铺地，抑制发射接收杂散。

4.1.3 软件配置

4.1.3.1 TX 模式功率配置

表 4-2 TX 模式功率配置

250Kbps RF_SETUP 寄存器	1/2Mbps RF_SETUP 寄存器	输出功率 (dBm)
D5	15	9
D4	14	4

4.1.3.2 TX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x1F

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

4.1.3.3 RX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

备注①: RX 模式 RF_CAL 配置成 0x06, 0x3F, 0x5D 用于过 RX 模式的安规, 不能用于 TX 模式, 如果在 TX 模式下使用该配置会导致不良率升高, 如果有 RX 切换到 TX 的操作, 需要先将 RF_CAL 从 0x06, 0x3F, 0x5D 配置成 0xF6, 0x3F, 0x5D, 再进入 TX 模式; 如果不过安规建议使用和 TX 模式一样的配置 0xF6, 0x3F, 0x5D。

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①

RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x1F

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

备注①: RX 模式 RF_CAL 配置成 0x06, 0x3F, 0x5D 用于过 RX 模式的安规, 不能用于 TX 模式, 如果在 TX 模式下使用该配置会导致不良率升高, 如果有 RX 切换到 TX 的操作, 需要先将 RF_CAL 从 0x06, 0x3F, 0x5D 配置成 0xF6, 0x3F, 0x5D, 再进入 TX 模式; 如果不过安规建议使用和 TX 模式一样的配置 0xF6, 0x3F, 0x5D。

4.1.4 边带

边带过安规推荐使用频率为 2420MHz--2465MHz。

4.2 接收端（小车端）

4.2.1 匹配结构

安规推荐匹配结构由 5 个器件构成，结构如下图所示，实际的值跟 PCB 实现有关，可能需要微调。

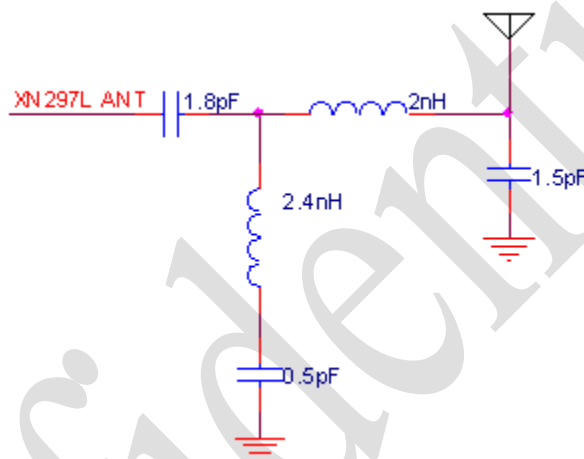


图 4-5 匹配结构

4.2.2 PCB 实现参考

4.2.2.1 四个匹配器件

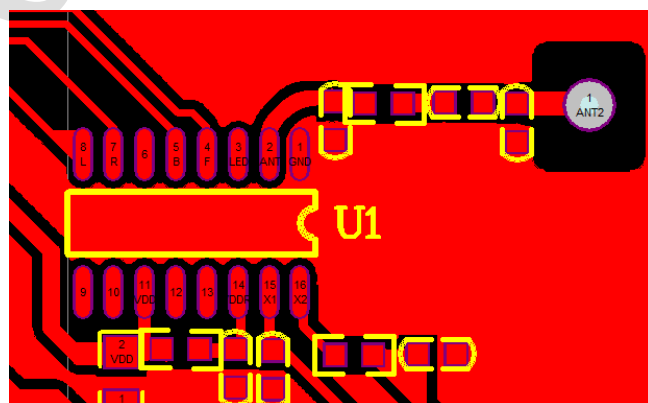


图 4-6 四个匹配器件

4.2.2.2 五个匹配器件

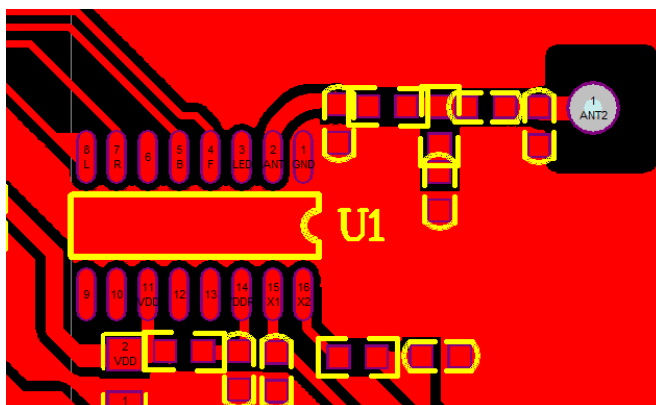


图 4-7 五个匹配器件

天线附近不要放置金属器件（蜂鸣器，电池，螺丝等），以免影响天线辐射性能。PCB 走线尽量避开天线，保证芯片及天线有较好的铺地，抑制发射接收杂散。

4.2.3 软件配置

4.2.3.1 TX 模式功率配置

表 4-3 TX 模式功率配置

250Kbps RF_SETUP 寄存器	1/2Mbps RF_SETUP 寄存器	输出功率 (dBm)
D4	14	4

4.2.3.2 TX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D

RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40

DEM_CAL: 0x01

DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46

RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D
RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40
DEM_CAL: 0x1F
DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

4.2.3.3 RX 模式寄存器配置

1Mbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xED, 0x67, 0x9C, 0x46
RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①
RF_CAL2: 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x40
DEM_CAL: 0x01
DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

250Kbps 通信配置:

BB_CAL: 0x12, 0xEC, 0x6F, 0xA1, 0x46
RF_CAL: 0xF6, 0x3F, 0x5D (0x06, 0x3F, 0x5D, 安规时使用)^①
RF_CAL2: 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x40
DEM_CAL: 0x1F
DEM_CAL2: 0x0B, 0xDF, 0x02

备注①: RX 模式 RF_CAL 配置成 0x06, 0x3F, 0x5D 用于过 RX 模式的安规, 不能用于 TX 模式, 如果在 TX 模式下使用该配置会导致不良率升高, 如果有 RX 切换到 TX 的操作, 需要先将 RF_CAL 从 0x06, 0x3F, 0x5D 配置成 0xF6, 0x3F, 0x5D, 再进入 TX 模式; 如果不过安规建议使用和 TX 模式一样的配置 0xF6, 0x3F, 0x5D。

5 注意事项

RX 和 TX 模式的 RF_CAL 配置是有区别的，如果将 RX 模式 RF_CAL 配置用于 TX 模式，会导致 TX 模式不能正常工作；同时如果将 TX 模式 RF_CAL 配置用于 RX 模式，会导致 RX 模式的杂散辐射不能满足 R&TTE 要求。TX 模式和 RX 模式 RF_CAL 配置在前面的内容有明确说明。

RX 模式和 TX 模式是针对 XN297L 来区分的，跟实际应用的遥控端和被控制端没有直接联系，遥控端可能处于 TX 和 RX 模式，被控制端也可能处于 TX 和 RX 模式。

5.1 附 1 寄存器地址

表 5-1 寄存器地址

寄存器	地址
RF_SETUP	0x06
DEMOD_CAL	0x19
RF_CAL2	0x1A
DEM_CAL2	0x1B
RF_CAL	0x1E
BB_CAL	0x1F

5.2 附 2 各功率寄存器配置

表 5-2 各功率寄存器配置

250Kbps RF_SETUP 寄存器	1Mbps RF_SETUP 寄存器	输出功率 (dBm)	特殊说明
E7	27	11	
E6	26	10	
D5	15	9	
不能用	0D	7	该配置不能用于 250Kbps，存在通信丢包风险；用于 1Mbps 通信，要严格按照流程实现。
不能用	06	6	该配置不能用于 250Kbps，存在通信丢包风险；用于 1Mbps 通信，要严格按照流程实现。
EC	2C	5	
不能用	05	5	该配置不能用于 250Kbps，存在通信丢包风险；用于 1Mbps 通信，要严格按照流程实现。
D4	14	4	
不能用	0C	3	该配置不能用于 250Kbps，存在通信丢包风险；

			用于 1Mbps 通信，要严格按照流程实现。
EA	2A	-1	
E9	29	-9	
D9	19	-10	
F0	30	-23	

5.3 RF_CAL2 设置注意事项

如果 CE 由软件命令方式控制时，RF_CAL2 需要设置为 0x45, 0x21, 0xEF, 0x2C, 0x5A, 0x42(1M 速率)，或者 0xD5, 0x21, 0xEB, 0x2C, 0x5A, 0x42(250K 速率)，目的是使能 CE 引脚弱下拉，防止漏电现象发生，导致休眠功耗过高。