



CHIP722 Marlin3 辐射杂散测试

1. 摘要

- CHIP722 Marlin3 模组在认证实验室的辐射杂散测试结果：
 - ◆ 9.6 G 杂散不满足标准要求，且超标 3dB 左右。
 - ◆ 4.8 G 杂散没有超标，且有 3dB 以上余量。
- 各种模组的 9.6 G 杂散比较
 - ◆ CHIP722 Marlin3 的 9.6 G 辐射杂散比 ESP32 模组大 14dB。
 - ◆ CHIP722 Metal Change A 版与 ESP32 一样：9.6 G 杂散很小，认证不会超标。
 - ◆ CHIP722 Metal Change B 版和 Marlin3 B2 / B3 一样：9.6 G 杂散很大，认证会超标。
- Marlin3 在公司测试分析：
 - ◆ 9.6 G 杂散主要从 GPIO0 / 1 / 2 辐射出来的，且这几个 GPIO 在 PA 电源的边上，可能是从 PA 电源耦合过来的。
 - ◆ 调节 PA 电源上的 LC 器件参数：
 - C = 0.1uf 时，4.8 G 杂散小，9.6 G 杂散大。
 - 当去掉 C 时，4.8 G 杂散变大，9.6 G 杂散变小很多
 - 无法兼顾同时减小 4.8 G 杂散和 9.6 G 杂散。
- 尝试的解决方案：
 - ◆ 王强分析：GPIO0 / 1 / 2 与 PA 电源 VDD3P3 在芯片上的走线比较远，只是 BD 线靠近，希望尝试 Re-bond 是否能改善。



2. 认证实验室测试结果

测试模组：ESP32_S2 模组 + 底板，芯片为 CHIP722 Marlin3

测试环境：FCC 认证测试环境，微波暗室，3M 场地，辐射测试。

测试结果：

- 从 30MHz 扫到 18GHz，其中较大的杂散频点为 4.8 GHz 和 9.6 GHz。
- 9.6 G 超出 FCC limit 3dB 左右。
- 4.8 G 杂散满足 FCC limit (54dbvu/m)，有 3dB 以上的余量。
- 800 M / 1.6 G / 3.2 G 杂散都很小，淹没在低噪里。

3. 辐射杂散路径分析

- 超标的 9.6 G 杂散不是从 RF 链路经过 PCB 天线辐射出来的

传导方式测试杂散功率：4.8 G 杂散功率是 -44 dBm，9.6 G 杂散功率是 -65 dBm。

认证实验室辐射测试杂散功率：9.6 G 杂散功率比 4.8 G 杂散功率大 6dB 以上。

所以判断超标的 9.6 G 杂散功率并不是从 RF 链路辐射出来的。

- 超标的 9.6 G 杂散是从 GPIO 辐射出来的

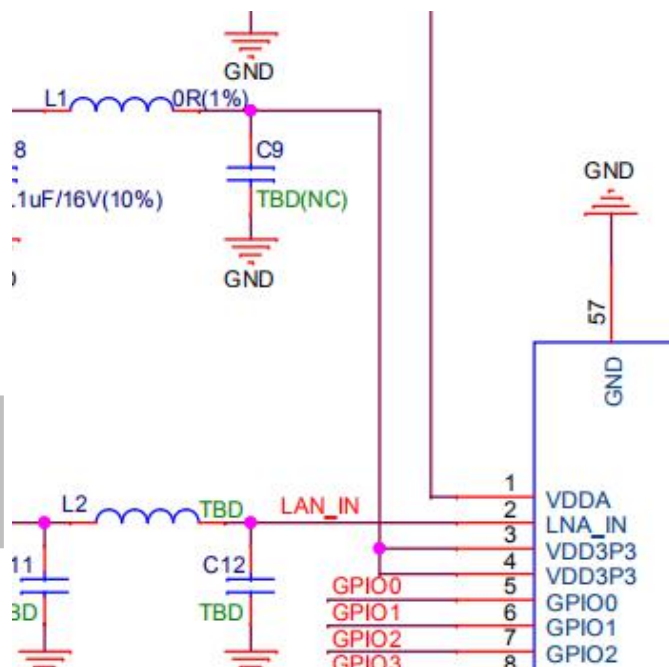
探针接触 GPIO 测试杂散功率：4.8 G 杂散功率是 -44 dBm，9.6 G 杂散功率是 -40 dBm 左右，所以推断 9.6 G 杂散主要是从 GPIO 辐射出来。

4.8 G 和 9.6 G 杂散功率较大的 GPIO 为 GPIO0 / 1 / 2，这几个 GPIO 在 PA 电源的边上，怀疑杂散是 PA 电源耦合到 GPIO 上的。



4. PA 电源的 LC 参数调试

调节 PA 电源上的 LC 器件参数，查看是否能改善杂散。LC 结构如下图，



测试耦合到 GPIO 上的谐波功率如下表格：

调节 PA 电源上的 LC 器件	2.4 G 信号功率 (dBm)	9.6 G 杂散功率 (dBm)	4.8 G 杂散功率 (dBm)
L=2nh, C=0.1uf	19.5	-43	-48
L=2nh, C=0.1uf	18.3	-47	-49.7
去掉电容，电感为 2nh	19.5	-57	-37
去掉电容，电感改为 1nh	19.5	-52	-40
增加电容 1.5pf，电感为 1nh	19.5	-44.5	-37
去掉电容，电感改为 0 欧姆电阻	19.5	-44	-48
去掉电容，电感改为 0.5nh	19.5	-46	-43

结论：

- PA 电源上的 LC 中 C = 0.1uf 时，4.8 G 杂散功率小，9.6 G 杂散功率大。
- 当去掉 C 时，4.8 G 杂散功率变大，9.6 G 杂散功率变小，见上表格红色数据。



5. 多种模组的杂散测试比较

5.1 ESP_wroom32D 模组杂散测试

ESP_wroom32D 模组 4.8 G 和 9.6 G 杂散辐射最大管脚是 GPIO36 / 39，也是在 PA 电源 VDD3P3 旁边，杂散结果如下表：

PA 电源上的 LC 器件参数	2.4 G 信号功率 (dBm)	9.6 G 杂散功率 (dBm)	4.8 G 杂散功率 (dBm)
L=2nh, C=0.1uf	19.5	-57	-41

结论：

ESP_wroom32D 辐射到 GPIO 上的 9.6 G 杂散比 CHIP722_marlin3 模组小 14 dB。

5.2 CHIP722 各系列模组杂散测试结果

- CHIP722 Metal Change A 版与 ESP32 一样：9.6 G 杂散很小，认证 不会超标。
- CHIP722 Metal Change B 版和 Marlin3 B2 / B3 一样：9.6 G 杂散很大，认证会超标。

6. 需要分析的问题

- ESP_wroom32D 模组耦合到 GPIO 上的 9.6 G 杂散为何比 CHIP722 Marlin3 模组小 14dB？
 - CHIP722 Marlin3 模组 PA 电源上的 LC 器件中：
 - C=0.1uf 时，4.8 G 杂散小，9.6 G 杂散大；
 - 当去掉 C 时，4.8 G 杂散变大，9.6 G 杂散变小很多。
- 这样的现象是否有理论解释？