CHIP723 RF 性能报告

## 

版本 1.0

更新日期 20200228

# 目录

[目录 2](#_Toc5034)

[1. RX 性能 4](#_Toc20788)

[1.1 RX Sensitivity 4](#_Toc12040)

[1.2 RX Maxlevel 5](#_Toc23457)

[1.3 RX 抗频偏能力测试 6](#_Toc10056)

[2. RX Gain / Noise 测试 7](#_Toc9456)

[2.1 RX Gain / Noise 7](#_Toc19277)

[2.1.1 RX Noise 比较 7](#_Toc30376)

[2.1.2 RX Gain 比较 7](#_Toc25582)

[3. TX EVM Floor 8](#_Toc11783)

[4. RF 匹配调试 9](#_Toc14895)

[4.1 匹配点调试 9](#_Toc13779)

[4.2 PA 1dB压缩点的测试 10](#_Toc1088)

[5. TX GAIN 12](#_Toc12250)

[5.1 Digital Gain 的增益和 EVM 12](#_Toc6038)

[5.2 BB Gain 的增益和EVM 14](#_Toc21301)

[5.3 TX PA Gain 的增益和EVM 15](#_Toc28817)

[5.4 TX Gain Table 16](#_Toc28099)

[5.5 11b 和OFDM 的power差异 16](#_Toc25741)

[6. I2C配置 17](#_Toc10882)

[6.1 TX I2C寄存器优化 17](#_Toc14678)

[7. Power Detector 19](#_Toc2992)

[8. TX 基本性能测试 21](#_Toc30033)

[8.1 TxPower & EVM 21](#_Toc16081)

[8.2 Mask Margins 23](#_Toc5594)

[8.3 IQ mismatch 23](#_Toc25105)

[9. TX 一致性测试 25](#_Toc1447)

[10. Phase Noise 测试 27](#_Toc19872)

[10.1 概述 27](#_Toc15155)

[10.2 测试方法 27](#_Toc18677)

[10.3 测试结果 27](#_Toc26483)

[11. 认证杂散测试 30](#_Toc4889)

[11.1 概述 30](#_Toc8052)

[11.2 认证实验室测试结果 30](#_Toc7791)

[11.3 PA 电源的滤波网络对辐射杂散的影响。 32](#_Toc32647)

[12. 电流测试 33](#_Toc9108)

[12.1 TX 电流测试 33](#_Toc32036)

[12.2 RX 电流测试 34](#_Toc3135)

[13. 高低温测试 35](#_Toc1209)

[13.1 测试条件 35](#_Toc32348)

[13.2 RFTX 测试结果 35](#_Toc10991)

[13.2.1 MCS7 Power& EVM 测试结果 35](#_Toc20654)

[13.2.2 MCS0 Power & Mask Margins 测试结果 39](#_Toc13624)

[13.3 RFRX 测试结果 40](#_Toc15798)

[13.4 TX电流测试 44](#_Toc7068)

# RX 性能

## RX Sensitivity

* 使用WT200 测试CHIP723 5pcs RX sens ，模组间波动最大1dB，测试结果与CHIP722 基本一致。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RxSens Chan14 | CHIP722\_B2 | CHIP722\_B3 | CHIP723\_4DE5 | CHIP723\_4DD9 | CHIP723\_0x0 | CHIP723\_4DE1 | CHIP723\_4CEB |
| 1m | -97 | -97 | -97 | -97 | -97 | -97 | -96 |
| 2ml | -94 | -94 | -95 | -94 | -95 | -95 | -94 |
| 5.5ml | -92 | -92 | -93 | -92 | -92 | -93 | -92 |
| 11ml | -88 | -89 | -88 | -88 | -88 | -88 | -87 |
| 6m | -91 | -92 | -92 | -92 | -93 | -92 | -92 |
| 9m | -91 | -90 | -91 | -91 | -91 | -91 | -91 |
| 12m | -89 | -89 | -89 | -89 | -89 | -89 | -88 |
| 18m | -86 | -86 | -86 | -86 | -86 | -86 | -86 |
| 24m | -83 | -83 | -83 | -83 | -83 | -84 | -83 |
| 36m | -80 | -80 | -80 | -80 | -80 | -80 | -80 |
| 48m | -76 | -76 | -76 | -76 | -76 | -76 | -76 |
| 54m | -74 | -75 | -74 | -74 | -75 | -75 | -74 |
| mcs0 | -91 | -91 | -92 | -92 | -92 | -92 | -92 |
| mcs1 | -88 | -88 | -88 | -88 | -88 | -88 | -88 |
| mcs2 | -85 | -85 | -85 | -85 | -85 | -85 | -85 |
| mcs3 | -82 | -82 | -83 | -82 | -83 | -83 | -82 |
| mcs4 | -79 | -79 | -79 | -79 | -79 | -79 | -78 |
| mcs5 | -75 | -75 | -75 | -75 | -75 | -75 | -74 |
| mcs6 | -73 | -73 | -73 | -73 | -74 | -74 | -73 |
| mcs7 | -72 | -72 | -72 | -71 | -72 | -72 | -71 |
| mcs0\_40 | -88 | -89 | -89 | -88 | -89 | -89 | -88 |
| mcs1\_40 | -86 | -85 | -86 | -85 | -86 | -85 | -85 |
| mcs2\_40 | -82 | -82 | -83 | -82 | -82 | -83 | -82 |
| mcs3\_40 | -79 | -79 | -80 | -79 | -80 | -80 | -79 |
| mcs4\_40 | -76 | -76 | -76 | -76 | -76 | -77 | -76 |
| mcs5\_40 | -72 | -72 | -72 | -72 | -72 | -73 | -72 |
| mcs6\_40 | -71 | -70 | -71 | -70 | -71 | -71 | -70 |
| mcs7\_40 | -69 | -69 | -69 | -69 | -69 | -69 | -69 |

## RX Maxlevel

* 使用各个仪器测试的最大接收电平结果如下，CHIP723结果明显优于 ESP32.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| After\_upgrade | | | | WT208C | Iqxel | WT200 |
| RX MaxLevel | ESP32 | CHIP722 B2 | CHIP722 B3 | CHIP723 | CHIP723 | CHIP723 |
| CH14 |
| 1m | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2ml | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5.5ml | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 11ml | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6m | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9m | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 12m | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 18m | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 24m | -1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 36m | -3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 48m | -6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 54m | -8 | 2 | 2 | 3 | 5 | 3 |
| mcs0 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs2 | -1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs3 | -2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs4 | -4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs5 | -7 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| mcs6 | -8 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 |
| mcs7 | -8 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 |
| mcs0\_40 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs1\_40 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs2\_40 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs3\_40 | -2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs4\_40 | -4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| mcs5\_40 | -6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| mcs6\_40 | -7 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| mcs7\_40 | -8 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 |

## RX 抗频偏能力测试

* 测试仪器发包功率[sens ,-20 ]，发包个数100
* 测试结果基本与CHIP722 一致，sens 附近抗频偏能力比较差，且 11g/n 存在312 kHz 丢包问题.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rate | RxPower(dB) | LF（KHz） | HF（KHz） |
| 1m | -95 | -280 | 180 |
| -93 | -380 | 300 |
| -91 | -430 | 410 |
| -89 | -450 | 460 |
| -87 | -480 | 480 |
| [-85,-20] | -510 | 510 |
| 11M | -88 | -230 | 230 |
| -86 | -230 | 240 |
| [-84, -20] | -240 | 240 |
| 6M | -92 | -580 | 580 |
| [-90,-20] | -600 | 600 |
| 54M | -73 | -160 | 160 |
| [-71，-20] | -610 | 620 |
| mcs7 | -71 | -80 | 90 |
| -69 | -170 | 140 |
| [-67,-20] | -610 | 620 |
| MCS0 | -92 | -100 | 30 |
| -90 | -250 | 250 |
| -88 | -260 | 260 |
| -86 | -280 | 300 |
| -84 | -300 | 290 |
| [-82，-20] | -610 | 620 |
| MCS0\_40 | -87 | -260 | 260 |
| -85 | -280 | 280 |
| -83 | -290 | 300 |
| [-81,-20] | -610 | 620 |
| MCS7\_40 | -69 | -80 | 80 |
| -67 | -470 | 470 |
| -65 | -530 | 450 |
| [-63,-20] | -610 | 620 |

# **RX Gain / Noise 测试**

## RX Gain / Noise

### RX Noise 比较

* CHIP723 在相同的 RX Gain 下，noise 比 ESP32 小。



### RX Gain 比较

* CHIP723 RX Gain 比 ESP32 小 13 dB 左右。



# TX EVM Floor

* CHIP723 EVM floor 测试结果如下：
  + - 从结果看起来 ir\_dac\_ext 配置为不同的值，对EVM 差的芯片有比较明显的影响；

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Filter Type | Frequency | CHIP723\_ir\_dac\_ext=15 | | | CHIP723\_ir\_dac\_ext=8 | | |
| 4C6C | 4CFC | 4CEC | 4CF4 | 4CFC | 4CEC |
| RC filter | 2430M | -33.75 | -34.27 | -36.79 | -38.4 | -35.44 | -34.5 |
| 2432M | -32.5 | -32.16 | -34.3 | -34 | -33.19 | -32.9 |
| BB filter | 2430M | -35.52 | -35.78 | -37.5 | -38.22 | -37.56 | -37.4 |
| 0x20 | 2432M | -33.48 | -32.96 | -34.3 | -33.91 | -33.95 | -34.6 |
| 2430M 比2432M @ RC filter | | 1.25 | 2.11 | 2.49 | 4.4 | 2.25 | 1.6 |
| 2430M 比2432M @ BB filter | | 2.04 | 2.82 | 3.2 | 4.31 | 3.61 | 2.8 |
| BB Filter 比RC @2432M | | -0.98 | -0.8 | 0 | 0.09 | -0.76 | -1.7 |
| BB Filter 比RC @2430M | | -1.77 | -1.51 | -0.71 | 0.18 | -2.12 | -2.9 |

* + - 经TXIQ 校准优化后， EVM 测试结果与 CHIP722 相当，同时 RC filter和 BB filter 之间的差异减小；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Filter Type | Frequency | CHIP723 | | | CHIP722B3 | | | | CHIP722\_Marlin3\_B2 | | |
| 0x0000 | 4F9D | 4CF2 | A7E8 | A7EA | A7E9 | A7EC | A720 | A722 | A728 |
| RC filter | 2430M | -36.8 | -36.7 | -36.89 | -37.18 | -36.08 | -36.16 | -35.8 | -36.56 | -36.3 | -36.8 |
| 2432M | -34.63 | -34.46 | -33.95 | -35.73 | -33.55 | -34.59 | -33.99 | -34.5 | -34.2 | -33.3 |
| BB filter | 2430M | -36.73 | -35.75 | -37.55 | -34.57 | -36.28 | -35.25 | -36.07 | -36.75 | -36.1 | -37.5 |
| 0x20 | 2432M | -34.74 | -34.04 | -33.86 | -33.44 | -34.04 | -33.74 | -34.13 | -35.66 | -33.6 | -34.1 |
| 2430M 比2432M @ RC filter | | -2.17 | -2.24 | -2.94 | 1.45 | 2.53 | 1.57 | 1.81 | 2.06 | 2.1 | 3.5 |
| 2430M 比2432M @ BB filter | | 1.99 | 1.71 | 3.69 | 1.13 | 2.24 | 1.51 | 1.94 | 1.09 | 2.5 | 3.4 |
| BB Filter 比RC @2432M | | -0.11 | 0.42 | 0.09 | 2.29 | -0.49 | 0.85 | -0.14 | -1.16 | 0.6 | -0.8 |
| BB Filter 比RC @2430M | | 0.07 | 0.95 | -0.66 | 3.74 | 2.04 | 2.42 | 1.67 | 0.9 | 2.7 | 2.7 |

# RF 匹配调试

## 匹配点调试

* Force Gain 下测试模组板匹配点, 结合 P1dB 和 Power EVM ，PA 的输出阻抗应该在 33+j4 附近；

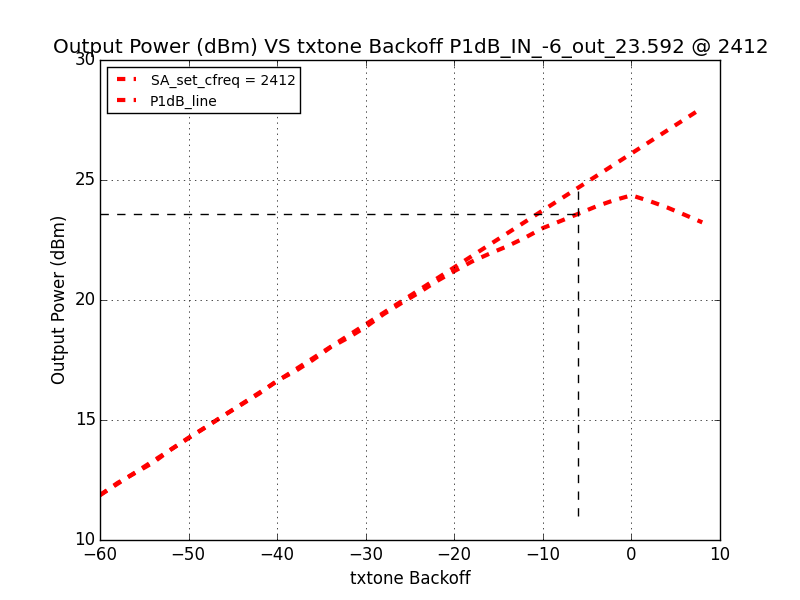
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| matching\_no | matching | P1dB\_Out | frequency | channel | rate | power | evm | evm\_std | evm\_max |
| 1 | 2.0-1.5-2.7=33+j4 | 22.84 | 2412 | 2412 | mcs7 | 14.84 | -29.58 | 0.93 | -26.58 |
| 2412 | mcs7 | 12.88 | -30.03 | 0.75 | -28.17 |
| 2 | 2.0-2.0-2.7=33-j9 | 21.77 | 2412 | 2412 | mcs7 | 12.4 | -31.31 | 0.76 | -29.63 |
| 2412 | mcs7 | 12.9 | -30.98 | 0.74 | -29.62 |
| 4 | 1.2-2.4-2.0=34-j4 | 22.25 | 2412 | 2412 | mcs7 | 13.5 | -29.45 | 1.17 | -26.64 |
| 2412 | mcs7 | 12.97 | -29.86 | 1.2 | -26.16 |
| 5 | 1.8-1.8-2.4=35+j10 | 23.05 | 2412 | 2412 | mcs7 | 15.61 | -27.93 | 0.72 | -25.43 |
| 2412 | mcs7 | 13.15 | -28.27 | 0.83 | -26.6 |
| 7 | 1.5-1.8-2.4=30+j10 | 22.87 | 2412 | 2412 | mcs7 | 14.38 | -30.54 | 0.85 | -28.54 |
| 2412 | mcs7 | 13.1 | -30.44 | 1.3 | -27.35 |
| 9 | 1.5-1.5-2.4=30-j4 | 21.51 | 2412 | 2412 | mcs7 | 12.03 | -29.6 | 1.06 | -27.16 |
| 2412 | mcs7 | 13.03 | -29.12 | 1.42 | -24.86 |
| 13 | 2.2-1.8-2.7=38+j0 | 22.35 | 2412 | 2412 | mcs7 | 15.15 | -30.5 | 0.78 | -28.47 |
| 2412 | mcs7 | 12.95 | -31.01 | 0.74 | -29.66 |
| 16 | 2.7-1.8-2.7=46-j5 | 21.7 | 2412 | 2412 | mcs7 | 13.82 | -30.45 | 1.11 | -28.35 |
| 2412 | mcs7 | 13.09 | -30.85 | 1.04 | -29.09 |
| 17 | 1.5-2.4-1.8=50-j3 | 22.09 | 2412 | 2412 | mcs7 | 16.33 | -28.4 | 0.29 | -27.93 |
| 2412 | mcs7 | 12.96 | -29.95 | 0.8 | -28.03 |
| 19 | 1.5-1.8-2.7=24+j7 | 22.29 | 2412 | 2412 | mcs7 | 13.73 | -31.65 | 0.57 | -30.55 |
| 2412 | mcs7 | 12.99 | -31.54 | 0.68 | -30.04 |

* 使用 ESP32\_S2 Testboard，基于模组的阻抗点，遍历其附近的点，在功率14dB下，34+j7 的点 RF 性能最优。

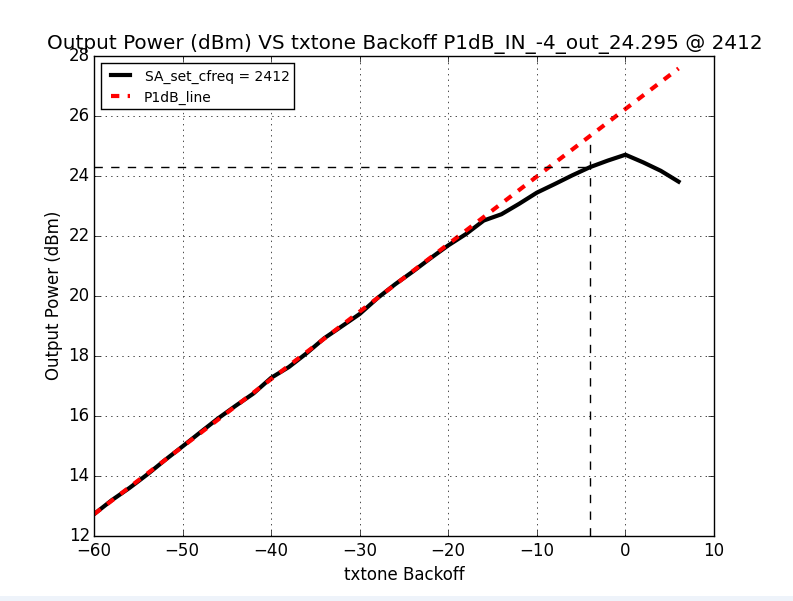
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matching | RF\_Gain | BB\_Gain | Digi\_Gain | Chan | Rate | Power | Evm | Evm\_Std | Evm\_Max |
| 34+j7 | 0x5f | 0x20 | 12 | 1 | mcs7 | 13.84 | -31.94 | 0.87 | -29.23 |
| 34-j10 | 0x5f | 0xa0 | 12 | 1 | mcs7 | 13.6 | -31.85 | 1.07 | -28.67 |
| 30+j8 | 0x5f | 0x20 | 8 | 1 | mcs7 | 14.01 | -31.6 | 0.87 | -28.86 |
| 35-j3 | 0x5f | 0x20 | 8 | 1 | mcs7 | 13.87 | -31.503 | 1.15 | -29.06 |

## PA 1dB压缩点的测试

* 经匹配确认和寄存器优化后，P1dB 如下图所示。



**Chip723 PA2G\_ICT\_STG1 = 8**



**Chip722 PA2G\_ICT\_STG1 = 4**

* 相比于 CHIP722的 P1dB, CHIP723偏低近 1dB，因为为优化EVM 和 Mask Margins将 CHIP723的 PA2G\_ICT\_STG1 配置为 8, 而CHIP722 PA2G\_ICT\_STG1 配置为 4。
  + - CHIP722 PA2G\_ICT\_STG1 = 4 和 CHIP 723 PA2G\_ICT\_STG1=6可以达到一样的压缩点；
    - 当 PA2G\_ICT\_STG1 = 8 时 ，PA 会提前饱和，P1dB 低 1dB。

# TX GAIN

## Digital Gain 的增益和 EVM

* Digital Gain 的增益，步长为2，理想情况为0.5dB。设置PA\_Gain = 0x1f，BB\_Gain=0x100，确保不是因为后级饱和而影响测试结果；遍历 Digital\_Gain（即衰减值）从[60 , -38]（4代表 -1 dB），得到Digital Gain 的增益在此区间内均处于线性区；
* 设置PA\_Gain = 0x1f，BB\_Gain=0x100，确保不是因为后级饱和而影响测试结果；遍历 Digital\_Gain（即衰减值）从[ 60, -38]（4代表 -1 dB），得到如下曲线，Digital\_Gain 在（20,-18）区间对EVM影响较小， 与CHIP722 结果一致；

## BB Gain 的增益和EVM

* 设置PA\_Gain = 0xf，Digital\_Gain= 16（4代表 -1 dB），遍历BB\_Gain 从 0x0 ~ 0xb0(0 ~ 14dB)，BB\_Gain测试呈线性；
* 设置PA\_Gain = 0xf，Digital\_Gain= 24~-20（4代表 -1 dB），遍历BB\_Gain 从 0x0 ~ 0xb0(0 ~ 14dB)，测试结果表明Digital\_gain 和 BB\_Gain 增益相加小于13dB时，对EVM影响较小，结果与CHIP722 一致。

## TX PA Gain 的增益和EVM

* 设置BB\_Gain = 0x20，Digital\_Gain = 12，遍历PA Gain，，测试得到以下PA Gain table。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| stg2 | | stg1 | | stg0 | |
| Index | Gain(dB) | Index | Gain(dB) | Index | Gain(dB) |
| 0x0 | 0 | 0x0 | 0 | 0x0 | 0 |
| 0x1 | 6 | 0x1 | 6 | 0x1 | 6 |
| 0x2 | 9.5 | 0x2 | 9.5 | 0x2 | 9.5 |
| 0x3 | 12 | 0x3 | 12 | 0x3 | 11.7 |
| 0x4 | 14 |  |  |  |  |
| 0x5 | 15.5 |  |  |  |  |
| 0x6 | 17 |  |  |  |  |
| 0x7 | 18 |  |  |  |  |

## TX Gain Table

* 对Power =12,13,14,17,18,19,20dBm分别测试，遍历不同的 PA Gain (0x1f~0x7f) ，BB gain (0x0~0xb0)下，调节 Dig Gain 达到相同目标功率时的EVM，MASK 来看 。

（1） tx power > 12 dBm ，PA Gain ≥ 0x2f

（2） tx power > 18 dBm ，PA Gain≥ 0x4f

较优的设定 Power Control Gain 的范围：

PA Gain = [0x2f : 0x7f]

BB\_Gain = [ 0x100,0x140,0x20,0x60,0xa0,0xe0,0x120,0x160,0x30]

Digital = [ -20: 20]

* 目前电路要求，在调整不同功率档时，BB\_Gain 和 PA\_Gain用一个配置，调节Digital\_gain 达到不同功率设定，13.5dBm低功率档和19.5dBm 高功率档，Digital\_Gain 相差24，Digital\_Gain 范围 [ -20: 20]较优，那么高功率在 -13 左右，低功率在10左右，较好。
* Power Control 的设定初始值，低功率校准初始增益配置，PA Gain = 0x5f，BB\_Gain = 0x20，Digital\_Gain = 12。

## 11b 和OFDM 的power差异

* 相同的GAIN下， 11b 比 OFDM 的功率小 0.75 dB 左右，设置11b 的补偿量为0.75dB,

与CHIP722 一致。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Sample1 | Sample2 | Sample3 |
| pa\_gain | bb\_gain | dig\_atten | channel | rate | power(dBm) | power(dBm) | power(dBm) |
| 0x5f | 0xa0 | -10 | 1 | mcs0 | 16.13 | 16.61 | 17.38 |
| 0x5f | 0xa0 | -10 | 1 | 1m | 15.36 | 15.86 | 16.70 |

# I2C配置

## TX I2C寄存器优化

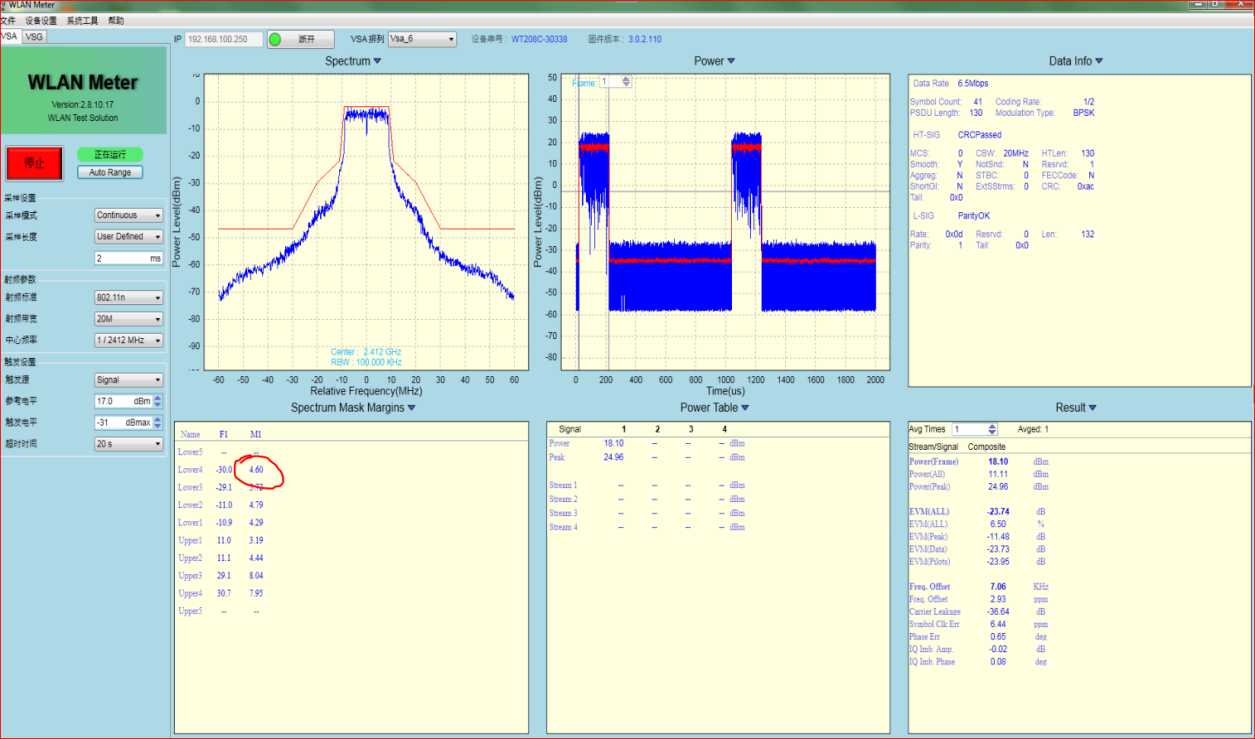
* 遍历寄存器，测试mcs7，目标功率13dBm，将 PA2G\_ICT\_STG1 由 4 配置为8 时， EVM 可提升 Power 提升 2 dB左右, EVM 提升1 dB ；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | PA2G\_ICT\_STG1=4 | | PA2G\_ICT\_STG1=8 | | Diff | |
| rftx | bbgain | dig\_atten | channel | rate | power | evm | power | evm | Power | Evm |
| 0x5f | 0xa0 | 12 | 2412 | mcs7 | 10.96 | -29.94 | 13.48 | -31.88 | 2.52 | -1.94 |
| 0x5f | 0xa0 | 12 | 2472 | mcs7 | 11.15 | -30.01 | 13.46 | -30.69 | 2.31 | -0.68 |

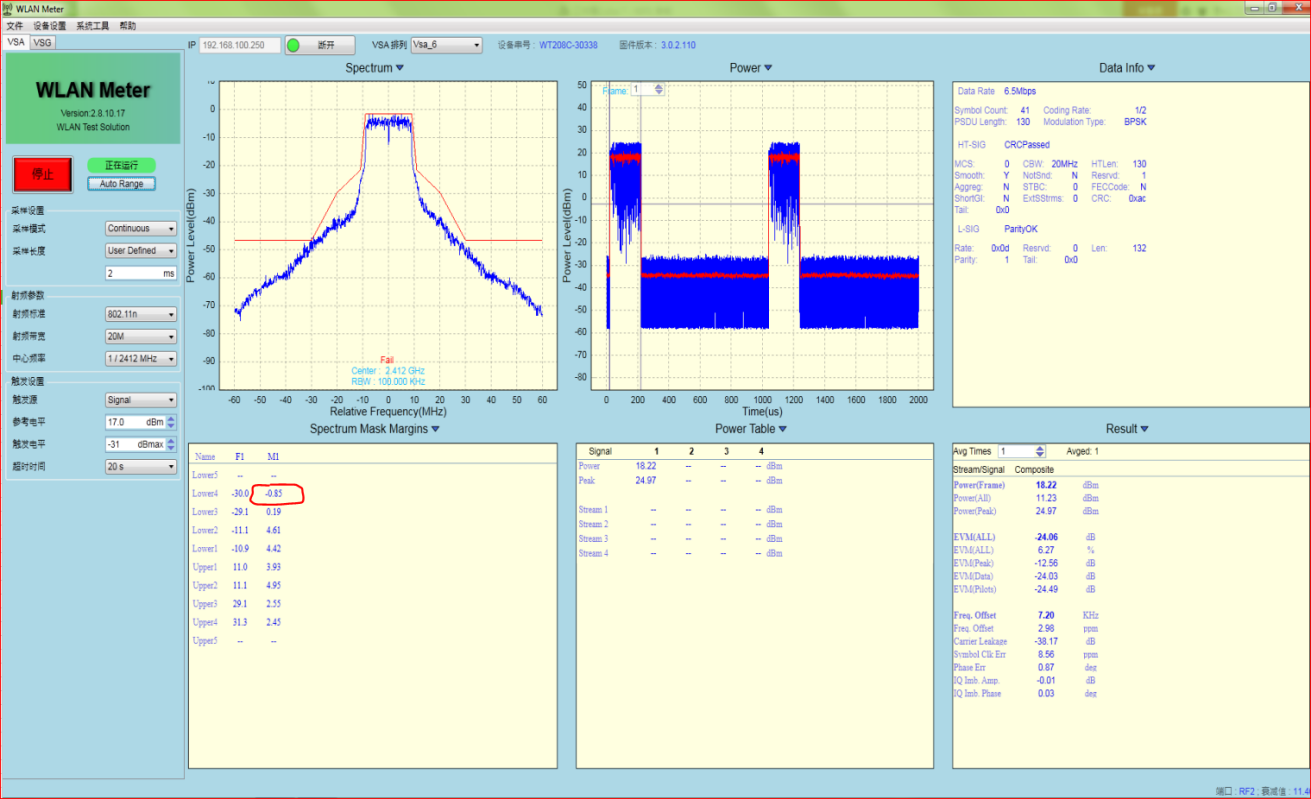
* 遍历寄存器，测试mcs0，目标功率18dBm，将 PA2G\_ICT\_STG1 由 4 配置为8 时，可提升 Power 提升 2 dB左右, 同时，在相同功率下Margin 提升5 dB ；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | PA2G\_ICT\_STG1=4 | | PA2G\_ICT\_STG1=8 | | Diff | |
| rftx | bbgain | dig\_atten | channel | rate | power | lower4 | power | Lower4 | Power | Lower4 |
| 0x5f | 0x20 | -8 | 2412 | mcs0 | 15.76 | 4.8 | 18.02 | 4.5 | 2.26 |  |
| 0x5f | 0x20 | -15 | 2412 | mcs0 | 18 | -0.5 | 17.9 | 4.8 |  | 5.3 |

**PA2G\_ICT\_STG1=8**



**PA2G\_ICT\_STG1=4**



* 基于目前的优化结果， PA 寄存器的配置如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| PA\_register | default | CHIP722 | CHIP723 |
| TMX2G\_CCT\_LOAD | 7 | 11 | 11 |
| TMX2G\_RCT\_LOAD | 0 | 1 | 1 |
| PA2G\_CCT\_STG1 | 7 | 11 | 11 |
| PA2G\_CCT\_STG2 | 0 | 4 | 4 |
| PA2G\_ICT\_STG0 | 8 | 8 | 8 |
| PA2G\_ICT\_STG0\_CGM | 3 | 2 | 2 |
| PA2G\_ICT\_STG1 | 4 | 4 | 8 |
| PA2G\_ICT\_STG1\_CGM | 9 | 10 | 10 |
| PA2G\_ICT\_STG2 | 10 | 10 | 10 |
| PA2G\_CCT2F\_STG0 | 0 | 0 | 0 |
| PA2G\_MCT\_CLASSB | 0 | 0 | 0 |
| PA2G\_RCT\_STG2 | 0 | 1 | 1 |
| PA2G\_STG1\_SEL\_ICGM | 0 | 1 | 1 |
| PA2G\_STG1\_SEL\_ICGM\_N | 1 | 1 | 1 |
| PA2G\_VCT\_CSC\_STG0 | 8 | 10 | 10 |
| PA2G\_VCT\_CSC\_STG1 | 4 | 4 | 4 |
| PA2G\_VCT\_CSC\_STG2 | 10 | 10 | 10 |
| PWDET\_VTH\_TUNE | 4 | 4 | 4 |
| SPARE\_TX | 5 | 5 | 5 |

# Power Detector

* 用WT200 综测仪测试，在8~20dBm输出功率范围内，1M的包，功率几乎与仪器测试曲线重合。测试曲线如下图：

测试MCS7的包，由于MCS7数据部分波形变化较大，MCS7的包头估算结果与实际功率误差较大

* 1M的检测误差，对比5个模块的 Power Detector 测量值与WIFI综测仪测量值的误差Delta(dB)，在8~20dBm测量功率范围内，最大误差有0.8dB左右，如下图：
* Mcs7的检测误差，对比4个模块的 Power Detector 测量值与WIFI综测仪测量值的误差Delta(dB)，在9~20dBm测量功率范围内，误差变化较大如下图，目前mcs7 target power =设置13.5dBm ，能做到14dBm 功率。

# TX 基本性能测试

## TxPower & EVM

* Chip723 TX Power & EVM 测试结果如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **Chip723** | | **Chip722** | |
| **Mode** | **Rate** | **TxPower (dBm)** | **EVM (dB)** | **TxPower (dBm)** | **EVM (dB)** |
| 11b | 1m | 19.5 | -26 | 19.5 | -25.5 |
| 2m | 19.5 | -26 | 19.5 | -25.5 |
| 5.5m | 19.5 | -26 | 19.5 | -25.5 |
| 11m | 19.5 | -26 | 19.5 | -25.5 |
| 11g | 6m | 18 | -23 | 18 | -23 |
| 9m | 18 | -23 | 18 | -23 |
| 12m | 18 | -23 | 18 | -23 |
| 18m | 18 | -23 | 18 | -23 |
| 24m | 17 | -25 | 17 | -25 |
| 36m | 17 | -26 | 17 | -26 |
| 48m | 16 | -28 | 16 | -28 |
| 54m | 15 | -30 | 15 | -29 |
| 11n\_20 | mcs0 | 18 | -23 | 18 | -23 |
| mcs1 | 18 | -23 | 18 | -23 |
| mcs2 | 18 | -23 | 18 | -23 |
| mcs3 | 17 | -23 | 17 | -23 |
| mcs4 | 17 | -25 | 17 | -25 |
| mcs5 | 16 | -28 | 16 | -27 |
| mcs6 | 15 | -30 | 15 | -29 |
| mcs7 | 14 | -30.5 | 13 | -31.5 |
| 11n\_40 | mcs0\_40 | 18 | -23 | 18 | -23 |
| mcs1\_40 | 18 | -23 | 18 | -23 |
| mcs2\_40 | 18 | -23 | 18 | -23 |
| mcs3\_40 | 17 | -23 | 17 | -23 |
| mcs4\_40 | 17 | -25 | 17 | -25 |
| mcs5\_40 | 16 | -27 | 16 | -27 |
| mcs6\_40 | 15 | -29 | 15 | -29 |
| mcs7\_40 | 14 | -30 | 13 | -31.5 |

* 中间信道因为受到来自晶振干扰的影响，在xtal-p 串联 100 ohm 电阻的情况下，中间信道和 高信道 EVM 还是会比低信道差 1dB。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Power\_EVM | | 4F88 | 4FC2 | 4F9B | 4FDB | 4FC5 | Average |
| Chan | Rate | Power | Power | Power | Power | Power |  |
| 1 | mcs7 | 13.75 | 13.96 | 13.7 | 12.97 | 13.81 | 13.64 |
| 7 | mcs7 | 13.9 | 14.2 | 13.88 | 13.29 | 13.91 | 13.84 |
| 13 | mcs7 | 14.03 | 14.22 | 13.79 | 13.32 | 14.18 | 13.91 |
| Chan | Rate | Evm | Evm | Evm | Evm | Evm |  |
| 1 | mcs7 | -31.81 | -31.32 | -31.37 | -30.4 | -30.11 | -31.00 |
| 7 | mcs7 | -31.15 | -30.33 | -30.11 | -29.12 | -29.38 | -30.02 |
| 13 | mcs7 | -31.23 | -30.74 | -30.33 | -29.25 | -28.96 | -30.10 |

## Mask Margins

* CHIP723\_Marlin3 频谱模板测试结果如下表所示，余量均 > 3dB，比 CHIP722 提升近1dB。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Chan | Rate | Power | L4\_marg | L3\_marg | L2\_marg | L1\_marg | U1\_marg | U2\_marg | U3\_marg | U4\_marg |
| 1 | 1m | 19.83 | null | null | 7.81 | 19.14 | 15.79 | 8.62 | null | null |
| 7 | 1m | 20.07 | null | null | 7.77 | 18.58 | 15.15 | 9.14 | null | null |
| 13 | 1m | 19.98 | null | null | 7.26 | 17.56 | 14.91 | 9.24 | null | null |
| 1 | 11m | 19.86 | null | null | 9.05 | 17.05 | 15.68 | 10.00 | null | null |
| 7 | 11m | 20.12 | null | null | 8.71 | 16.88 | 15.15 | 9.82 | null | null |
| 13 | 11m | 20.02 | null | null | 8.23 | 16.04 | 14.93 | 9.48 | null | null |
| 1 | 6m | 18.12 | 11.72 | 11.30 | 5.92 | 6.25 | 5.69 | 5.12 | 11.68 | 14.34 |
| 7 | 6m | 18.34 | 11.12 | 10.55 | 5.61 | 5.98 | 5.45 | 4.92 | 10.98 | 14.13 |
| 13 | 6m | 18.36 | 11.13 | 9.95 | 5.26 | 5.68 | 5.50 | 5.03 | 10.60 | 14.06 |
| 1 | mcs0 | 18.09 | 4.65 | 5.86 | 4.73 | 3.96 | 4.18 | 4.19 | 7.56 | 7.78 |
| 7 | mcs0 | 18.3 | 4.22 | 5.26 | 4.46 | 3.75 | 4.01 | 4.05 | 7.47 | 7.78 |
| 13 | mcs0 | 18.3 | 3.79 | 5.05 | 4.09 | 3.36 | 4.08 | 4.11 | 7.20 | 7.50 |
| 1 | mcs0\_40 | 17.88 | 16.83 | 9.92 | 4.49 | 6.31 | 4.16 | 4.01 | 9.93 | 17.51 |
| 7 | mcs0\_40 | 18.14 | 16.27 | 8.86 | 3.88 | 5.88 | 3.92 | 3.73 | 9.21 | 17.04 |
| 13 | mcs0\_40 | 18.19 | 15.65 | 7.68 | 3.28 | 5.36 | 3.97 | 3.71 | 8.88 | 16.55 |

## IQ mismatch

* IQ mismatch的结果如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TXIQ | | Sample1\_4FC2 | | Sample2\_4F98 | | Sample3\_4F9B | | Sample4\_4FDB | | Sample\_4DA5 | |
| Chan | Rate | Amp  (dB) | Phase  (deg) | Amp  (dB) | Phase  (deg) | Amp  (dB) | Phase  (deg) | Amp  (dB) | Phase  (deg) | Amp  (dB) | Phase  (deg) |
| 1 | 1m | 0.01 | 0.21 | 0.01 | -0.51 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | -0.2 | 0.01 | 0.35 |
| 7 | 1m | 0.01 | 0.22 | 0.01 | -0.55 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | -0.27 | 0.01 | 0.31 |
| 13 | 1m | 0.01 | 0.19 | 0.01 | -0.52 | 0.01 | 0.11 | 0.01 | -0.22 | 0.01 | 0.34 |
| 1 | 6m | -0.04 | 0.7 | -0.01 | 0.67 | -0.01 | 0.76 | -0.02 | 0.72 | 0 | -0.05 |
| 7 | 6m | -0.04 | 0.79 | -0.01 | 0.78 | 0 | 0.81 | -0.02 | 0.78 | 0 | -0.01 |
| 13 | 6m | -0.05 | 0.73 | -0.02 | 0.74 | -0.02 | 0.75 | -0.02 | 0.71 | 0.01 | 0.01 |
| 1 | 54m | -0.03 | 0.54 | -0.01 | 0.51 | 0.01 | 0.55 | -0.02 | 0.53 | -0.01 | 0.81 |
| 7 | 54m | -0.03 | 0.65 | -0.01 | 0.56 | 0.01 | 0.62 | -0.01 | 0.6 | -0.01 | 0.78 |
| 13 | 54m | -0.03 | 0.64 | -0.01 | 0.57 | 0.01 | 0.6 | -0.02 | 0.61 | -0.02 | 0.79 |
| 1 | mcs0 | -0.02 | 0.09 | -0.02 | 0.19 | -0.01 | 0.06 | -0.01 | 0.16 | -0.02 | 0.15 |
| 7 | mcs0 | 0 | 0.06 | -0.01 | 0.19 | -0.01 | 0.06 | -0.02 | 0.16 | -0.01 | 0.28 |
| 13 | mcs0 | -0.01 | 0.06 | -0.01 | 0.18 | -0.01 | 0.1 | -0.03 | 0.26 | -0.02 | 0.2 |
| 1 | mcs7 | -0.01 | 0.06 | -0.01 | 0.18 | 0 | 0.07 | -0.01 | 0.15 | -0.01 | 0.27 |
| 7 | mcs7 | -0.01 | 0.08 | -0.01 | 0.14 | 0 | 0.05 | 0.00 | 0.12 | 0 | 0.19 |
| 13 | mcs7 | 0 | 0.03 | 0 | 0.2 | 0 | 0.04 | -0.01 | 0.19 | -0.01 | 0.14 |
| 1 | mcs0\_40 | 0 | 0.04 | 0 | 0.21 | -0.01 | 0.15 | 0.01 | 0.26 | -0.01 | 0.28 |
| 7 | mcs0\_40 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0.18 | -0.01 | 0.24 | -0.01 | 0.26 |
| 13 | mcs0\_40 | 0 | 0.05 | -0.01 | 0.26 | 0 | 0.18 | 0.00 | 0.2 | -0.01 | 0.36 |
| 1 | mcs7\_40 | -0.01 | 0.12 | 0 | 0.05 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.08 | 0 | -0.09 |
| 7 | mcs7\_40 | -0.01 | 0.09 | 0 | 0.01 | 0.02 | -0.05 | -0.01 | 0.08 | 0.01 | -0.06 |
| 13 | mcs7\_40 | -0.03 | 0.11 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | -0.02 | 0.01 | 0.09 | 0 | -0.08 |

# TX 一致性测试

* Force Gain 对比 IC 的一致性，测试10pcs IC，测试结果如下：
  + - Power 波动在 1.5dB 左右；
    - EVM 不同 IC 间的波动CH1最大有2dB的波动，中间最大波动为 2.6 dB，与40M 晶振倍频干扰相关；
    - EVM STD 的波动 [0.5,1.6]

# Phase Noise 测试

## 概述

* CHIP723 与 上一版芯片（CHIP722）的Phase Noise对比，改善5 dBc 左右。
* 从常温升到高温，rfpll dtest 电压会升高，当电压过高时 phase noise 会变差，在高温下重新校准，dtest 电压会校准回来，phase noise 也会校准回来。
* vco\_dbias dtest 电压为 1.1 V 左右时 phase noise 较好。

## 测试方法

DUT连接频谱仪（N9020A），配置DUT使用DC发tone，频谱仪设置：Phase Noise测试模式，Frequency offset设置1KHz--40MHz，measure选择 Log Plot，carrier frequency设置为DUT发tone的频点。

## 测试结果

CHIP723 与 上一版芯片（CHIP722）的Phase Noise对比如下图1

从对比结果来看，在 frequency offset 100 KHz -- 1 MHz 这一段的 phase noise 改善明显。

常温、高温以及高温下 recalibration的Phase Noise 对比如下图

在常温 25 ℃ 时，rfpll dtest 电压为1.042 V，phase noise 见上图蓝线，mcs7 速率的发射功率为 13.4 dBm，EVM 为 -31.2 dB。

升温到 85 ℃，rfpll 不做校准，此时 rfpll dtest 电压为1.445 V，phase noise极差，见上图红线，仪器无法解调。

在 85 ℃ 下 rfpll 校准，此时 rfpll dtest 电压为1.203 V，phase noise 校准回来了，见上图绿线，mcs7 速率的发射功率为 13.3 dBm，EVM 为 -32.2 dB。

Phase Noise 与 rfpll dtest 电压的关系如下图：

dtest 电压为 1.1 V 左右时 phase noise 较好。

# 认证杂散测试

## 概述

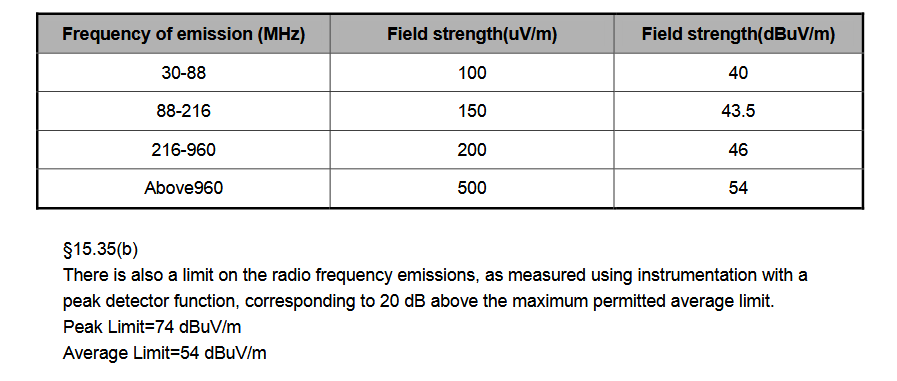
* 在两个认证实验室测试 CHIP723 辐射杂散，两个实验室的测试结果差不多，CHIP723 与 CHIP722 辐射杂散差不多，4.8 GHz 和 9.6 GHz 杂散超标 3 dB 左右。
* 将天线断开，接 50 Ω 负载测试，杂散大小没有变化，推断杂散超标不是来自 RF 链路辐射，可能主要是从 PA 电源辐射出来。
* 调节 PA 电源的滤波网络参数，9.6 GHz 杂散调到距离 FCC 标准 10 dB 余量，但 4.8 GHz 会超标，很难同时将 4.8 GHz 和 9.6 GHz 杂散都调到 10 dB 余量。

## 认证实验室测试结果

DUT：ESP32\_S2 模组+底板，芯片为 CHIP723

测试环境：FCC认证测试环境，微波暗室，3m 场地，辐射测试。

* 认证测试 limit



* 同耀认证实验室测试结果：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DUT | TX POWER(dBm) | 9.6 GHz noise（dbuv/m） | 4.8 GHz noise（dbuv/m） | FCC limit(dbuv/m) | 9.6 GHz noise margin | 4.8 GHz noise margin |
| CHIP723 module 1 | 19.5 | 61.5 | 57.8 | 54 | -7.5 | -3.8 |
| 将 CHIP723 module 1 天线断开测试 | 19.5 | 60.5 | 57.8 | 54 | -6.5 | -3.8 |
| CHIP723 module 2 | 19.5 | 57.3 | 56.3 | 54 | -3.3 | -2.3 |
| CHIP723 module 3 | 19.5 | 56.1 | 58.3 | 54 | -2.1 | -4.3 |
| CHIP722\_TT\_B2 module 1 | 19.5 | 55.9 | 58.2 | 54 | -1.9 | -4.2 |
| marlin3\_B2 module 1 | 19.5 | 57.2 | 57.5 | 54 | -3.2 | -3.5 |
| ESP32\_SOLO1 module | 19.5 | NA | 57.6 | 54 | NA | -3.6 |

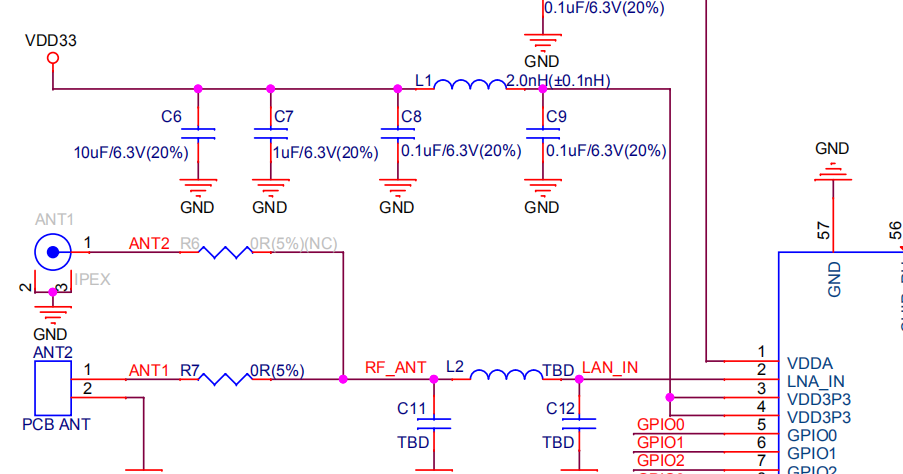
* 倍科认证实验室辐射杂散测试结果：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DUT | TX POWER(dBm) | 9.6 GHz noise（dbuv/m） | 4.8 GHz noise（dbuv/m） | FCC limit(dbuv/m) | 9.6 GHz noise margin | 4.8 GHz noise margin |
| ESP32\_SOLO1 module | 19.5 | NA | 56.59 | 54 | NA | -2.59 |
| CHIP722\_TT\_B2 module 1 | 19.5 | 56.62 | 58.15 | 54 | -2.62 | -4.15 |
| CHIP723 module 2 | 19.5 | 55.89 | 55.49 | 54 | -1.89 | -1.49 |

* 结论
  + 两个认证实验室测试结果差不多，辐射杂散 4.8GHz 和 9.6 GHz 超标 3 dB 左右。
  + 将天线断开，接 50 Ω 负载测试，杂散大小没有变化，杂散超标不是来自 RF 链路辐射。

## PA 电源的滤波网络对辐射杂散的影响。

调节PA 电源滤波网络参数，如下图绿圈内 π 型网络



* 调节滤波网络参数测试结果：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DUT | TX POWER(dBm) | C8 | L1 | C9 | 9.6 GHz noise（dbuv/m） | 4.8 GHz noise（dbuv/m） | FCC limit(dbuv/m) |
| CHIP723 module 3 | 19.5 | 0.1 uf | 2 nH | 0.1 uf | 56.1 | 58.3 | 54 |
| CHIP723 module 3 | 19.5 | 5.6 pf | 2 nH | NC | 41 | 58.08 | 54 |
| CHIP723 module 3 | 19.5 | 5.6 pf | 2 nH | 2.4 pf | 49.08 | 55.86 | 54 |
| CHIP723 module 3 | 19.5 | 2.4 pf | 2 nH | NC | 45.04 | 56.05 | 54 |
| CHIP723 module 3 | 19.5 | 2.4 pf | 0 Ω | NC | 58.14 | 49.93 | 54 |

* 结论：
  + 尝试很多滤波网络参数，无法同时将 4.8 GHz 和 9.6 GHz 杂散都调到 10 dB 余量。

# 电流测试

## TX 电流测试

* 测试条件：常温 25度，电源电压为 3.3V，采样速率0.1ms，采样个数512，TX 占空比为 50%。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Module\_v1.6 | | | 4C6C | | | 4CFC | | | 4C3F | | |
| cbw40m | rate | channel | max | avg | pwr | max | avg | pwr | evm | max | avg |
| 0 | 1m | 1 | 304.87 | 188.97 | 19.44 | 300.37 | 185.8 | 19.34 | 306.13 | 188.05 | 19.4 |
| 0 | 1m | 6 | 306.52 | 188.84 | 19.41 | 301.95 | 186.85 | 19.48 | 301.56 | 186.68 | 19.38 |
| 0 | 1m | 11 | 311.63 | 192.27 | 19.49 | 310.45 | 191.74 | 19.76 | 314.23 | 193.31 | 19.74 |
| 0 | 11m | 1 | 307.44 | 190.31 | 19.27 | 302.93 | 187.26 | 19.28 | 308.29 | 189.79 | 19.36 |
| 0 | 11m | 6 | 307.2 | 190.32 | 19.3 | 305.3 | 188.58 | 19.42 | 306.46 | 189.3 | 19.36 |
| 0 | 11m | 11 | 315.52 | 194.45 | 19.43 | 314.82 | 193.81 | 19.7 | 319.26 | 195.93 | 19.73 |
| 0 | 6m | 1 | 271.09 | 172 | 18.03 | 266.23 | 168.28 | 18.07 | 271.18 | 171.47 | 18.13 |
| 0 | 6m | 6 | 274.1 | 172.16 | 18.05 | 266.79 | 169.53 | 18.07 | 268.04 | 170.01 | 18.02 |
| 0 | 6m | 11 | 277.97 | 175.31 | 18.12 | 274.34 | 173.47 | 18.4 | 280.01 | 176.04 | 18.39 |
| 0 | mcs0 | 1 | 274.51 | 173.11 | 17.86 | 268.03 | 169.53 | 17.8 | 274.18 | 172.33 | 17.95 |
| 0 | mcs0 | 6 | 274.18 | 172.86 | 17.89 | 269.35 | 170.29 | 17.92 | 270.55 | 171.23 | 17.92 |
| 0 | mcs0 | 11 | 279.33 | 176.02 | 18.08 | 276.67 | 174.69 | 18.24 | 281.93 | 177.24 | 18.26 |
| 1 | mcs0\_40 | 1 | 271.72 | 174.32 | 17.69 | 265.6 | 171.18 | 17.58 | 271.56 | 173.74 | 17.75 |
| 1 | mcs0\_40 | 6 | 274.48 | 174.46 | 17.62 | 269.55 | 172.19 | 17.7 | 270.29 | 172.95 | 17.65 |
| 1 | mcs0\_40 | 11 | 279.55 | 178.32 | 17.9 | 275.92 | 176.3 | 18.14 | 282.15 | 179.12 | 18.15 |
| 0 | 54m | 1 | 231.12 | 151.09 | 15.38 | 221.71 | 146.26 | 15.04 | 229.12 | 150.04 | 15.44 |
| 0 | 54m | 6 | 230.13 | 150.25 | 15.32 | 223.28 | 147.18 | 15.23 | 225.22 | 148.62 | 15.28 |
| 0 | 54m | 11 | 232.79 | 152.61 | 15.5 | 227.9 | 149.9 | 15.51 | 234.65 | 153.13 | 15.79 |
| 0 | mcs7 | 1 | 217.14 | 144.79 | 14.23 | 213.1 | 141.9 | 14.12 | 212.93 | 142.42 | 13.97 |
| 0 | mcs7 | 6 | 216.43 | 143.67 | 14.12 | 213.96 | 142.41 | 14.27 | 210.92 | 141.23 | 13.88 |
| 0 | mcs7 | 11 | 220.29 | 146.39 | 14.34 | 219.37 | 145.38 | 14.61 | 219.4 | 145.53 | 14.4 |
| 1 | mcs7\_40 | 1 | 215.6 | 145.89 | 13.84 | 211.89 | 144.12 | 13.88 | 213.23 | 144.29 | 13.76 |
| 1 | mcs7\_40 | 6 | 216.87 | 145.66 | 13.7 | 216.03 | 144.69 | 14.05 | 212.16 | 143.3 | 13.6 |
| 1 | mcs7\_40 | 11 | 220.37 | 148.38 | 14.08 | 219 | 147.57 | 14.43 | 221.27 | 147.46 | 14.24 |

## RX 电流测试

* 测试条件：常温 25度，电源电压为 3.3V，采样速率0.1ms，采样个数512，TX 占空比为 50%。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RX\_Current | | | NO1\_4E82 | NO2\_4E7A | No3\_4E6C |
| cbw40m | rate | channel | curr\_avg | curr\_avg | curr\_avg |
| 0 | 1m | 1 | 66.21 | 67.37 | 65.73 |
| 0 | 1m | 6 | 66.08 | 67.01 | 67.74 |
| 0 | 1m | 11 | 66.49 | 67.71 | 65.7 |
| 0 | 11m | 1 | 66.31 | 67.43 | 65.64 |
| 0 | 11m | 6 | 66.18 | 67.23 | 65.87 |
| 0 | 11m | 11 | 66.49 | 67.63 | 65.96 |
| 0 | 6m | 1 | 66.49 | 67.4 | 65.75 |
| 0 | 6m | 6 | 66.21 | 66.6 | 67.32 |
| 0 | 6m | 11 | 66.33 | 67.87 | 65.87 |
| 0 | mcs0 | 1 | 66.31 | 67.32 | 65.75 |
| 0 | mcs0 | 6 | 66.05 | 65.58 | 66.41 |
| 0 | mcs0 | 11 | 66.42 | 68.18 | 65.9 |
| 1 | mcs0\_40 | 1 | 66.47 | 67.47 | 65.87 |
| 1 | mcs0\_40 | 6 | 66.21 | 66.98 | 67.37 |
| 1 | mcs0\_40 | 11 | 66.35 | 68.07 | 66.18 |
| 0 | 54m | 1 | 66.37 | 67.48 | 66.07 |
| 0 | 54m | 6 | 66.07 | 67.2 | 65.74 |
| 0 | 54m | 11 | 66.63 | 68.14 | 66.1 |
| 0 | mcs7 | 1 | 70.04 | 71.23 | 69.5 |
| 0 | mcs7 | 6 | 69.99 | 71.64 | 70.02 |
| 0 | mcs7 | 11 | 70 | 72.21 | 69.81 |
| 1 | mcs7\_40 | 1 | 70.29 | 71.43 | 69.7 |
| 1 | mcs7\_40 | 6 | 70.54 | 71.69 | 69.97 |
| 1 | mcs7\_40 | 11 | 70.21 | 72.13 | 69.87 |

# 高低温测试

## 测试条件

* 测试温度: -40℃，25℃，105℃
* 测试电压： 2.7V，3.3V，3.6V
* 温度和电压进行组合测试

## RFTX 测试结果

### MCS7 Power& EVM 测试结果

1. 在相同温度下， 当电压分别为2.7V，3.3V，3.6V 时，power的波动在 0.5 dB 以内；



1. 在相同温度下，低压 2.7V EVM 比 3.3V 和 3.6 V 差近 1dB ；



1. 相同电压下，-40℃ 比 25℃ 功率高 1 dB左右， 105℃ 比 25℃ 功率低 0.5dB 左右，从低温到高温，power 波动在1.5 dB左右。



1. 相同电压下，-40℃ 比 25℃ EVM差 0.5~ 1 dB（因低温功率比常温高 1dB 左右），105℃ 较25℃ EVM 未见明显变化。



### MCS0 Power & Mask Margins 测试结果

1. 相同电压下，MCS0 在 -40℃ power 比 25 ℃ 高 1dB左右，105℃ power 比 25 ℃低 1dB 左右，power 从低温到高温变化2 dB。
2. 相同电压下， MCS0 在 -40℃时 Lower 4 Mask Margins比 常温差2 dB 左右（低温功率比常温高 1dB），105℃ 比25 ℃ 好 1dB 左右（高温比常温功率低1dB）；
3. 相同温度下，mcs0 功率在高中低压下无明显波动，Lower 4 Mask Margins在 2.7V 下 较3.3V 差 0.6 dB 左右；



## RFRX 测试结果

* 相同温度下，RxSens 随着电压变化无明显差异， 最大波动1dB，如下图以 25 ℃ 为例。



* 相同电压下 ，1m 下 ，105℃ RxSens 比 25℃ 差 1dB，-40℃ 比 25℃ 好 1 dB。在 MCS7 下也存在这样的趋势，但现象没有 1m 那么明显。







## TX电流测试

* 最大电流测试结果如下，相同温度下，电流从低压到高压，提高**30mA** 左右； 在2.7v 下，低温电流比常温高10mA， 在3.3v 和 3.6 v 下，低温电流比常温高20 mA左右。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Max(mA) | 2.7v | 3.3v | 3.6v |
| -40D | 311.39 | 332.86 | 344.51 |
| 25D | 291.29 | 313.73 | 321.35 |
| 105D | 299.77 | 316.89 | 325.74 |